

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 45
PRAHA
BŘEZEN 1999
ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gesci České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Lubomír Mínx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Piešťany, SR)

Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, ČR)

Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc. (Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, ČR)

Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)

Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)

Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu, studie a analýzy z oblasti rostlinné výroby, především pěstování rostlin, tvorby výnosů plodin, kvality jejich produktů, semenářství, fyziologie rostlin, agrochemie, pedologie, mikrobiologie, meliorací a agroekologie. Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 816 Kč.

Aims and scope: Original scientific papers, results of research, review studies and analyses from the crop production sector, particularly care of crops, crop yield formation, quality of plant products, seed production, plant physiology, agrochemistry, soil science, microbiology and agri-ecology are published in this periodical.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 45 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

THE EFFECT OF FERTILIZATION AND LIMING ON THE ELEMENT COMPOSITION IN MEADOW SWARD

VLIV HNOJENÍ A VÁPŇENÍ NA MINERÁLNÍ SLOŽENÍ LUČNÍHO POROSTU

M. Kopeć, K. Mazur

Agricultural University, Department of Agricultural Chemistry, Cracow, Poland

ABSTRACT: The aim of the paper is a synthetic presentation of changes in the equivalent ratio of potassium to the total of calcium and magnesium in fodder under conditions of equal application of mineral fertilization for 30 years of mountain meadow utilization at Czarny Potok. Unbalanced long-term mineral fertilization caused a systematic increase in the value of equivalent K : (Ca + Mg) ratio in hay from meadow associations developed under the influence of this treatment. K : (Ca + Mg) ratio in the plant material from the second cut had a lower value as compared to the value from the first cut. Liming proved advantageous from the point of view of a long-term improvement of nutrient balance in hay. A change in calcium and potassium contents in hay caused by a long-term fertilization had a significant effect on the value of the ratio of potassium to the sum of calcium and magnesium.

Keywords: grassland; long-term fertilizer; ratio of elements

ABSTRAKT: Cílem práce bylo ověřit změny ekvivalentního poměru draslíku k celkovému obsahu vápníku a hořčíku v píce za podmínek rovnoměrné aplikace minerálního hnojení po dobu 30 let využívání horských luk v lokalitě Czarny Potok. Nevyvážené dlouhodobé minerální hnojení způsobilo soustavné zvyšování hodnoty ekvivalentního poměru K : (Ca + Mg) v seně z lučních společenstev, která vznikla pod vlivem tohoto hospodaření. Poměr K : (Ca + Mg) v rostlinném materiálu z druhé seče vykazoval nižší hodnotu ve srovnání s hodnotou z první seče. Vápnění se ukázalo výhodné z hlediska dlouhodobého zlepšení bilance živin v seně. Změna obsahu vápníku a draslíku v seně, způsobená dlouhodobým hnojením, měla významný vliv na hodnotu poměru draslíku k celkové sumě vápníku a hořčíku.

Klíčová slova: travní porost; dlouhodobé hnojení; poměr prvků

INTRODUCTION

The effect of fertilization on a yield quality is usually examined as to the changes in contents and quality of nitrogen compounds and protein production per area unit, soluble carbohydrate contents and non nitrogen compounds in plants, contents of various organic and mineral substances which regulate or disturb physiological processes in animals, as well as the forms and interrelations of elements in plants (Czuba, Mazur, 1988).

Ability of meadow vegetation to milden changes caused by fertilization weakens with time of the fertilizer application. Depletion of nutrients, changes in the contents and quality of humus, limiting of cultivation only to plant cutting, are components of a gradual soil degradation, which in consequence leads to changes in chemical composition of plants (Mazur, Mazur, 1978; Kopeć et al., 1997). The contents of particular ion in the environment and its availability for plants depend on soil abundance and on the presence or lack of other ions. Mineral treatment influences a component uptake by plant and shapes its biological value (Czuba, Mazur,

1988). Optimal relationships between two elements may be changed to fodder disadvantage by a third component. These relationships are multidirectional and highly dynamic (Ježíkova, Lihan, 1997).

The aim of the paper is a synthetic presentation of changes in equivalent ratio of potassium to the total of calcium and magnesium in fodder under conditions of equal application of mineral fertilization for 30 years of mountain meadow utilization at Czarny Potok.

MATERIAL AND METHODS

The experiment, localized at Czarny Potok near Krynica (20° 8' E, 49° 4' N) was set up in 1968 on natural mountain meadow of mat grass (*Nardus stricta* L.) and red fescue (*Festuca rubra* L.) with a considerable proportion of dicotyledonous. Experimental field is situated about 720 m above sea level at the foot of Jaworzyna Krynicka in the southeastern massif of the Beskid Sądecki Mts; on the slope with 7° inclination and NNE exposition.

The soil belongs to acid brown soils developed from Magura sandstones with light loam granulometric composition (40% of 1–0.1 mm, 37% of 0.1–0.02 mm and 23% of < 0.02 mm fractions) and characteristic three genetic levels: turf AhA (0–20 cm) browning ABbr (21–46 cm) and matrix BbrC (47–75 cm).

I. The Czarny Potok experiment design

Combinations	Nutrient dose (kg/ha)			Nitrogen form
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	
A – PK	90	150	–	
B – N ₁ PK	90	150	90	ammonium nitrate
C – N ₂ PK	90	150	180	ammonium nitrate
D – N ₁ PK	90	150	90	urea
E – N ₂ PK	90	150	180	urea
F – N ₁	–	–	90	ammonium nitrate
G – P	90	–	–	
H – O	–	–	–	

The experiment was set up using random blocks method in five replications. It comprises eight treated objects (Tab. I) where unilateral nitrogen or phosphorus fertilization was applied (90 kg N/ha or 90 kg P₂O₅/ha) and nitrogen in two forms: ammonium nitrate and urea dosed 90 and 180 kg/ha was applied against PK background (90 kg P₂O₅/ha and 150 kg K₂O/ha). From 1968 to 1980 phosphorus and nitrogen fertilizers were applied in autumn, since 1981 the fertilizers have been applied in spring, whereas potassium has been supplemented in half a dose in summer after the first cut. N-fertilizers were applied twice: 2/3 of a yearly dose in spring at the outset of vegetation and 1/3 of a dose several days after harvesting of the first cut. Some soil properties are presented in Tab. II.

In 1974 and 1975 a consecutive effect of fertilizers was examined and treatments on this experimental plot were then limited to cutting and yield control. Since 1985 (with the treatment level maintained the same) the experiment has been carried on in two treatments: limed and unlimed. This year a half of each plot (21 m²) was limed with soda residue (80.16% CaCO₃) in a dose equivalent to a half of hydrolytic acidity of soil from each treated object. Liming (equivalent of total hydrolytic acidity of each treated object) was repeated after 10 years, in 1995 following a second break in treatment (1993 and 1994).

Vegetation period lasts from April to September (150 to 190 days). Average yearly precipitation, total over 27 years (Kopeć, Mazur, 1996a, b) was 818 mm and 539 mm over the vegetation period. Average yearly temperature was 5.8 °C, while average temperature for the vegetation period was 11.8 °C. Climatic conditions in the region of the experiment were little changeable within the year, yet variability coefficients for average temperature in the month of April indicate a possibility of delay in vegetation period in spring.

RESULTS AND DISCUSSION

According to fodder criteria for nutrient contents, the following values are considered as optimal in meadow sward dry mass: 1.7% K, 0.18–0.3% Mg, 0.7% Ca (Czuba, Mazur, 1988). Mean weighed contents of potassium, calcium and magnesium have changed throughout the Czarny Potok experiment. Generally, over 30 years the potassium contents of hay increased on the objects receiving full NPK treatment and phosphorus-and-potassium treatment (Tab. III). Unilateral fertilization by nitrogen or phosphorus led to low contents of potassium in plant material. A considerable regular decrease in calcium content occurred in

II. Basic exchangeable capacity (BEC) and pH in KCl of the soil from the experiment; three year mean (1995 to 1997)

		Combinations*							
		A	B	C	D	E	F	G	H
BEC (cmol.kg ⁻¹)		series without liming							
	0–10 cm	2.76	3.41	2.32	2.98	2.34	2.79	3.90	4.17
	10–20 cm	2.27	2.38	1.97	2.51	1.89	2.20	3.05	3.15
		series with liming							
	0–10 cm	6.04	6.18	5.68	5.86	6.60	7.74	6.08	7.26
	10–20 cm	3.03	2.42	2.36	3.53	2.29	3.09	3.33	3.80
pH _{KCl}		series without liming							
	0–10 cm	3.98	4.22	3.85	4.12	3.88	4.03	4.29	4.38
	10–20 cm	4.36	4.25	4.10	4.32	4.15	4.22	4.42	4.58
		series with liming							
	0–10 cm	5.52	5.56	5.66	5.80	5.68	5.67	5.68	5.89
	10–20 cm	4.94	4.90	5.03	5.63	4.98	5.94	5.07	5.42

* see Tab. I

III. Content (%; mean weighed) of potassium, calcium and magnesium in mountain meadow hay at Czarny Potok over selected three year periods for limed and unlimed series

Combination*		1968-1970	1983-1985	1986-1988	1986-1988	1995-1997	1995-1997	1968-1997	1968-1997
		without liming	without liming	without liming	with liming	without liming	with liming	without liming	with liming
K	A	1.88	1.94	2.10	2.08	2.20	2.00	2.19	2.15
	B	1.81	2.09	2.15	2.22	2.15	1.97	2.13	2.11
	C	1.88	1.79	2.15	1.90	2.11	1.75	1.99	1.91
	D	1.92	2.19	2.26	2.19	2.18	2.04	2.20	2.16
	E	1.82	1.83	1.94	2.07	2.14	1.95	2.01	1.97
	F	1.48	1.17	1.45	1.52	1.17	1.18	1.30	1.31
	G	1.46	1.47	1.62	1.71	1.28	1.27	1.48	1.47
	H	1.48	1.86	1.97	2.38	1.63	1.47	1.71	1.74
Ca	A	0.91	0.36	0.40	0.44	0.15	0.34	0.49	0.53
	B	0.57	0.32	0.29	0.31	0.18	0.26	0.39	0.41
	C	0.48	0.27	0.25	0.30	0.11	0.25	0.33	0.36
	D	0.55	0.34	0.27	0.32	0.17	0.28	0.38	0.41
	E	0.50	0.31	0.26	0.30	0.12	0.18	0.35	0.37
	F	0.56	0.30	0.25	0.35	0.25	0.46	0.36	0.42
	G	0.92	0.47	0.34	0.49	0.24	0.36	0.54	0.59
	H	0.89	0.75	0.59	0.69	0.38	0.50	0.66	0.69
Mg	A	0.16	0.11	0.13	0.15	0.15	0.17	0.14	0.15
	B	0.14	0.14	0.14	0.15	0.20	0.19	0.17	0.17
	C	0.17	0.16	0.16	0.18	0.20	0.22	0.19	0.20
	D	0.14	0.14	0.14	0.15	0.20	0.20	0.16	0.17
	E	0.15	0.16	0.17	0.15	0.19	0.18	0.18	0.18
	F	0.18	0.14	0.16	0.19	0.21	0.24	0.19	0.20
	G	0.21	0.18	0.16	0.18	0.20	0.21	0.20	0.21
	H	0.23	0.19	0.22	0.26	0.21	0.19	0.22	0.23

* see Tab. I

IV. Average yearly values of equivalent K : (Ca + Mg) ratio in mountain meadow hay at Czarny Potok over selected three year periods for limed and unlimed series

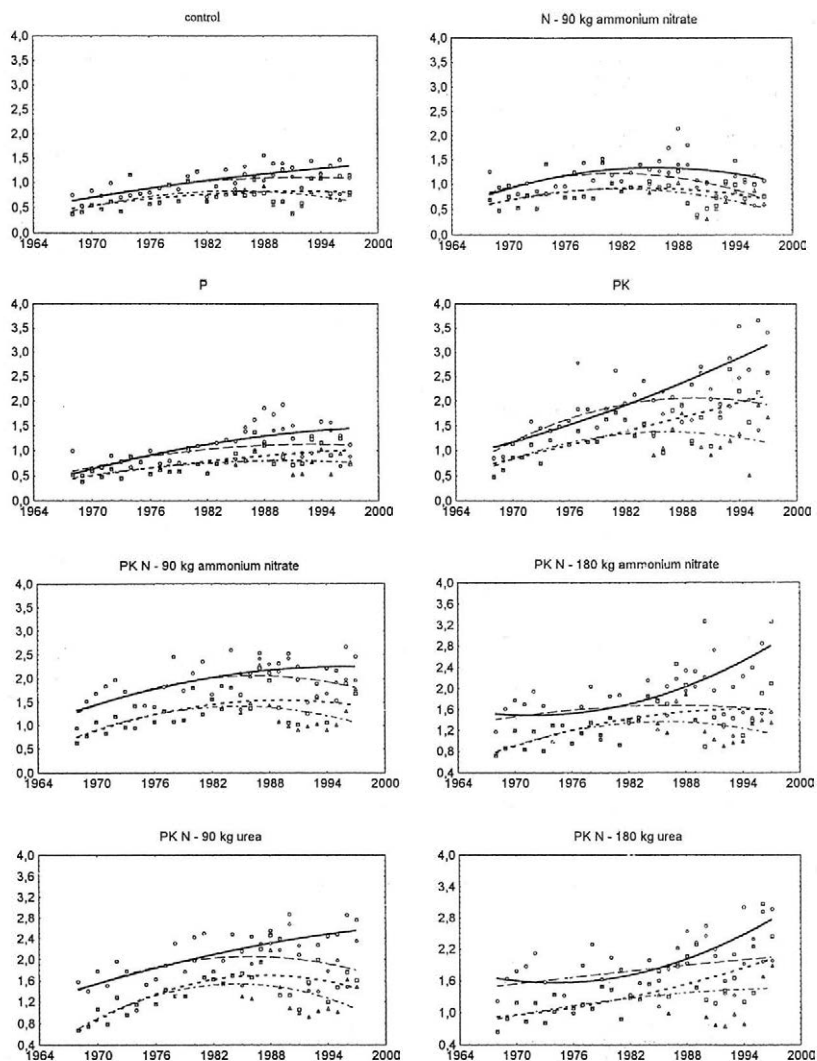
Combination*		1968-1970	1983-1985	1986-1988	1986-1988	1995-1997	1995-1997	1968-1997	1968-1997
		without liming	without liming	without liming	with liming	without liming	with liming	without liming	with liming
A	A	0.82	1.87	1.73	1.55	2.87	1.66	1.78	1.53
	B	1.14	1.94	2.11	2.05	2.15	1.74	1.71	1.62
	C	1.26	1.74	2.14	1.68	2.41	1.45	1.67	1.46
	D	1.24	1.99	2.30	1.96	2.27	1.72	1.83	1.67
	E	1.25	1.61	1.83	1.99	2.59	2.05	1.69	1.56
	F	0.89	1.14	1.46	1.18	1.01	0.72	1.02	0.93
	G	0.62	0.98	1.37	1.10	1.16	0.94	0.95	0.86
	H	0.60	0.89	1.05	1.09	1.18	0.93	0.89	0.85

* see Tab. I

hay from all treated plots, as compared to the contents noted in the first years of the experiment. High calcium content detected in 1968 to 1970 was at that time connected with silicophosphate treatment [$\text{Ca}_2\text{Na}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{CaSiO}_3$] (Mazur, Mazur, 1972, 1978). Liming only

slightly improved calcium element contents in hay. Magnesium contents in plant material remained relatively stable on all treated plots.

Quality index of hay nutritive value based on K : (Ca + Mg) ratio should be 1.62, but it should not ex-



1. Trends of K : (Ca + Mg) equivalent ratio (secondary multinomial curves) over the 30 year period

ceed 2.2 (Czuba, Mazur, 1988). The value may be influenced mostly by a selection of potassium dose (Tab. IV) under the cut. Botanical analysis of meadow sward is an important criterion of mineral treatment effect evaluation. Mazur (1991) emphasized causal relationships among grass associations biocenosis and fodder quality. Element interrelations among objects in four similar experiments conducted in Poland, Czechoslovakia, the Soviet Union and in Hungary were highly differentiated.

On the basis of equivalent ratio trend graphs K : (Ca + Mg) calculated for 30 year fertilization experiment at Czarny Potok objects may be distinguished with a characteristic course of assumed secondary multinomial (Fig. 1). Phosphorus fertilization caused a systematic increase in this ratio over the years in the first and second cut. An increase of discussed proportion in

plant material from the second cut is less dynamic, which might be explained by the plant utilization of potassium from soil deposits released in the winter-spring period (despite equal potassium doses applied under the cuts). Also in experiments of Czuba, Mazur (1988) the ratio value declined in the following cuts of the year. Liming of phosphorus and potassium treated plots favourably affected K : (Ca + Mg) ratio. This treatment inhibited an increase of this relationship.

A raise in K : (Ca + Mg) ratio in hay from the first cut on the objects treated with 90 kg N/ha was also regular. By the end of the third decade of the experiment the ratio exceeded 2.2. In the second cut the value changes differently. Following an about 20 year increase, the value has stabilized and then a slight decrease was detected at urea treatment. It may be due to a different floral composition and slightly higher contents of exchangeable cal-

V. Correlation coefficients (significant for $p < 0.05$) of calcium uptake, calcium and potassium contents with K : (Ca + Mg) equivalent ratio value for two cuts and values of multiple regression

	K : (Ca + Mg)															
	A*	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
	1st cut								2nd cut							
Uptake Ca $n = 30$ years	-0.71	-0.42	-0.59	-0.64	-0.58	-0.48	-0.75		-0.54	-0.44	-0.49	-0.50	-0.52	-0.38		
Without liming																
Uptake Ca $n = 30$ years	-0.59					-0.59	-0.64							-0.40	-0.42	
With liming																
Contents Ca $n = 30$ years	-0.90	-0.66	-0.70	-0.77	-0.75	-0.53	-0.84	-0.85	-0.76	-0.62	-0.56	-0.69	-0.69	-0.55	0.54	-0.67
Without liming																
Contents Ca $n = 30$ years	-0.74	-0.45		-0.44	-0.48	-0.52	-0.75	-0.69	-0.59	-0.51	-0.50	-0.59	-0.56	-0.59	-0.61	-0.59
With liming																
Contents K $n = 30$ years			0.50					0.47		0.53	0.68	0.53	0.62	0.40		
Without liming																
Contents K $n = 30$ years		0.41	0.66	0.43	0.46	0.37		0.50		0.61		0.52	0.59	0.39	0.57	0.55
With liming																
Contents K and Ca $n = 30$ years																
Without liming																
Contents K and Ca $n = 30$ years																
With liming																

* see Tab. I

cium in soil as compared to phosphorus-and-potassium treated object (Kopeć, Mazur, 1996a, b).

Fertilization with 180 kg N against the background of 150 kg K_2O caused K : (Ca + Mg) ratio to remain relatively stable for many years and then to increase suddenly. Growth period coincided with the period of decreasing yields at those objects (Kopeć et al., 1997). It is evident that fertilizers applied on that to object were the most beneficial according to discussed fodder quality criterion, however it led to a considerable depletion of exchangeable calcium forms in soil (Kopeć, Mazur, 1996a, b) which may be the main cause of change in balance between nutrients in plants. Liming did not influence yield formation on those objects and stopped an increase in K : (Ca + Mg) ratio (urea treatment) or caused an insignificant decline in K : (Ca + Mg) ratio.

Simple correlation coefficients between calcium contents in hay on individual objects calculated for the 30 year period and equivalent ratio K : (Ca + Mg) are significant for both cuts, except for the object treated with 180 kg N/ha as urea in the limed series (Tab. V). Negative values of coefficients in all cases confirm the fact that a decrease in calcium contents in hay always causes an increase in ratio of potassium to the sum of calcium and magnesium. Correlation coefficients of potassium contents and K : (Ca + Mg) ratio were significant while examining all objects in individual cuts and series, while the effect of fertilization over 30 years not always caused the significance of this relationship. Magnesium content has not been discussed, because only in very few cases its effect on K : (Ca + Mg) ratio was confirmed.

Multiple regression considered for all combinations of fertilization over 30 years ($n = 240$), comprising a relationship between equivalent ratio K : (Ca + Mg) and potassium and calcium contents in plants yielded the following test values presented in Tab. V. Introduction of magnesium contents, beside potassium and calcium contents, to multiple regression calculations confirmed a significant influence of this parameter. However, an increase in determination coefficient was insignificant, although in both series and both cuts the equations described over 80% of cases.

In developed meadow communities, long-term permanent mineral fertilization intensified unfavorable changes in chemical composition of hay. Unbalanced long-term mineral fertilization caused a systematic increase in the value of equivalent K : (Ca + Mg) ratio in hay from meadow associations developed under the influence of this treatment. K : (Ca + Mg) ratio in plant material from second cut had a lower value as compared to the value from the first cut. A change in cal-

cium and potassium contents in hay caused by a long-term fertilization had a significant effect on the value of ratio of potassium to the sum of calcium and magnesium.

Applied NPK treatment causes exhaustion of soil deposits of calcium. A decrease in calcium contents in plants caused a decline in fodder quality (Krajcovic et al., 1993). The fodder quality measured by means of ratio of potassium to the sum of calcium and magnesium should be regarded jointly with balanced potassium treatment. In the Czarny Potok experiment on mountain meadow, a dose of 150 kg K_2O /ha seems too high for treatment with 90 kg N/ha over a longer period of time. A double dose of nitrogen, stimulated the yield, justified application of such a dose of potassium. Liming proved advantageous from the point of view of long-term improvement of nutrient balance in hay.

REFERENCES

- Czuba R., Mazur T. (1988): Wpływ nawożenia na jakość plonów. Warszawa, PWN. 360 pp.
- Ježíková O., Lihan E. (1997): Dlhodobé hnojenie aluvialnej lúky pri dvoch pomeroch N : P : K. Poľnohospodárstvo, 43: 303-317.
- Kopeć M., Mazur B., Mazur K. (1997): Fluctuation of meadow sward yielding in the static experiment in Czarny Potok. In: Zbor. Ref. medzin. ved. Konf. Ekologické a biologické aspekty krmovinárstva. Nitra: 122-127.
- Kopeć M., Mazur K. (1996a): Fosfor w sianie łąki górskiej w warunkach długotrwałego statycznego doświadczenia nawozowego. Acta Agric. Silv. Ser. A, 24: 67-77.
- Kopeć M., Mazur K. (1996b): Zawartość kationów wymienionych w glebie statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 442: 227-236.
- Krajcovic V., Fiala J., Ondrasek L. (1993): Long-term trials on semi-natural grasslands. Part. I. Proc. Int. Symp. Long-term static fertilizer experiments: 187-211.
- Mazur K., Mazur T. (1972): Wpływ nawożenia mineralnego na plon, skład botaniczny i chemiczny masy roślinnej z łąki górskiej. Acta Agric. Silv. Ser. A, 12: 85-112.
- Mazur K., Mazur T. (1978): Wpływ 6-letniego nawożenia łąki górskiej na zmiany w składzie chemicznym runi oraz na produkcję białka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 210: 29-45.
- Mazur T. (1991): Perspektywa badań jakościowych roślin pastwiskowych na przykładzie 10-letniej współpracy międzynarodowej. Zesz. Nauk AR (Kraków), 262: 5-12.

Received on August 3, 1998

Contact Address:

Dr. Michał Kopeć, Akademia Rolnicza, Katedra Chemii Rolnej, A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, Polska

VÝVOJ KONCENTRACÍ DUSIČNANŮ A ANALÝZA STABILITY ZEMĚDĚLSKÝCH POVODÍ VODÁRENSKÉ NÁDRŽE ŠVIHOV

DEVELOPMENT OF NITRATE CONCENTRATIONS AND ANALYSIS OF STABILITY OF AGRICULTURAL WATER BASINS OF STORAGE RESERVOIR ŠVIHOV

T. Kvítek

Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: After 1989 certain improvement of water quality was recorded in the Czech Republic. Analyses of water quality in partial river basins verify that quality of surface waters, e.g. in the region of nitrate load, did not improve in last years. Analysis of nitrate concentrations was carried out on 28 water basins OSMS Pelhřimov, in five water basins of the Povodí Vltava, a. s., and detailed analysis in the water basin Kopaninský tok (water basin 1-09-02-031). All analyzed water basins belong to storage reservoir Švihov. Analysis of trends manifested ascending trend in 27 water basins OSMS, descending trend was proved once. With respect to the limited range of work these results were not published. At the same time it was proved that the growth of trends is considerable. Nitrate concentrations (January/1982 to December/1995) which were available from the Povodí Vltava for different profiles confirmed the significant growth of trend component in most of these profiles. Development of trend component for the water basin of Kopaninský tok is in Fig. 1 in three periods of time. The fall of trend of the first analyzed period is noticeable. However, in the following year ascending trend was recorded which is confirmed and defined for the period to 1996. The trend component of nitrate concentration of selected profiles of Kopaninský tok with various representation of cultures is in Fig. 2. The description of profile from Figs 2 and 3: P1 – the source rising in transition of transport and accumulation region, with dominance of arable land was in infiltration region and meadow in transport region, P42 – tributary from the region with dominance of arable land after passage through forest cultures, P51 – forest source, P6 – drainage discharge from arable land. Selected profiles P6, P42 are characteristic by significant growth of trend component. Oscillation or fluctuation of average monthly values of nitrate concentration is evident from Figs 1 and 2. Frequency of changes and rhythm of oscillation is considerably irregular, particularly in profiles P6 and P42. Relative variance of values in these profiles is significant. Oscillation in profiles P1, P51 is irregular but it moves in certain range of values, around the central value – long-term average, i.e. from straight lines slightly deflected from x axis with limited fluctuation. These results too show instability of the system. The level of instability of different measured profiles of the water basin of Kopaninský tok is in Figs 2 and 3 where polynomial eradication of time component of average values of nitrate concentrations from tributaries of Kopaninský tok with different representation of cultures was carried out. The depth of the seats is highest in the profiles P6, P42, the lowest in profiles P1, P51. Thus the mentioned theory has been confirmed. The landscape drained to closing profiles P6, P42 is regenerating very slowly, above all during the growing season because many of its feedbacks were destroyed, it was deprived of a great amount of biomass by ploughing of large areas, the system is highly metastable with respect to the fact that fertilizers for biomass of field crops are supplied into it. At the same time, seasonal sinusoid pattern of nitrate values presented in Figs 3 and 4 confirms the superiority of area agricultural pollution in the given river basin. Polynomial eradication of seasonal component of nitrate concentration in two time periods (Fig. 5) from April 1991 and to September 1996 in closure profile of Kopaninský tok showed that differences as well as increase of trend component of nitrates are the result of increase of concentrations, particularly outside the growing season. In the growing season polynomial eradication is practically identical. In the growing season biomass of field crops is growing, the system is regenerating from breakdown. In order to become highly instable, biomass must be withdrawn. With respect to significantly irregular fluctuation of nitrates in measured profiles, and hence also in clear instability of the system which is typical for this phenomenon, some investigation of potential changes of environment which cause this process was carried out. Dependences of nitrate concentrations on precipitation were studied. Fig. 6 shows approximation of empirical series of precipitation and nitrate concentrations by polynomial of the third grade and modelling of the trend using gliding average at separation of seasonal component. Resulting curves document very well the effect of precipitation activities on nitrate concentrations in surface waters of Kopaninský tok (closure profile). Time series of nitrate concentrations in precipitation water from 1985 to 1997 exhibits the decrease of values, range of values is fluctuating from 11 up to 1 mg/l. As trend component, as also approximation of this polynomial eradication do not correspond with similar characteristics of nitrate concentrations in surface waters presented in Fig. 6. It can be presupposed with a very great probability that precipitation acts intermediating on washing out of nitrates, higher precipitation cause their greater washing out from ploughed areas, load of precipitation by nitrates is not a reason for significant growth of trend of nitrate concentrations in surface waters.

Keywords: concentration; nitrates; surface waters; stability of ecosystem; analysis of time series

ABSTRAKT: Kvalitativní rozbor vod řady zemědělských povodí dokazuje, že jakost povrchových vod např. v oblasti dusičnanového zatížení se v posledních letech výrazně zlepšila. Dusičnany ve vodách jsou výrazným antropogenním faktorem, který velmi dobře definuje narušenost přírodního prostředí, resp. jeho autoregulační stabilitu. Každý systém je stabilní, pokud: a) charakteristika systému nevykazuje klesající nebo stoupající tendenci, tj. trend přímky je rovnoběžný s osou x; b) můžeme statisticky popsat amplitudu a stupeň periodicity oscilací kolem trendu bez ohledu na frekvenci a rozptyl. Koncentrace dusičnanů ve vodách povodí vodní nádrže Švihov v tomto období, na rozdíl od mnoha předpovědí, neklesají, naopak mají vzestupný trend, a to u většiny monitorovaných povodí. Byla prokázána velká nestabilita a narušenost ekosystému vodní nádrže Švihov. Nárůst trendové složky je pravděpodobně důsledkem změny povětrnostních podmínek, především srážek. I tyto vlivy naznačují malou stabilitu krajiny. Absolutní hodnoty koncentrací dusičnanů jsou s velkou pravděpodobností ovlivněny stupněm zornění půd v jednotlivých povodích. Sezonní separaci časových řad bylo potvrzeno, že velká část dusičnanů pochází z plošných zdrojů znečištění, především ze zorněných ploch.

Klíčová slova: koncentrace; dusičnany; povrchové vody; stabilita ekosystému; analýza časových řad

ÚVOD

Po roce 1989 došlo v ČR k určitému zvýšení kvality vody odstraněním především bodových zdrojů znečištění, a to jak průmyslových, tak zemědělských. Rozbor vod v dílčích povodích však nedosvědčují zásadní kvalitativní zlepšení povrchových vod v posledních letech např. v oblasti dusičnanového zatížení. Dusičnany ve vodách chápeme jako jeden z nejvýraznějších antropogenních výstupů z povodí, který velmi dobře definuje narušenost přírodního prostředí, resp. jeho autoregulační stabilitu. I dnes je často prezentován názor, že za dusičnanovým znečištěním stojí především hnojení. Na základě předložené analýzy chceme dokázat, že tato kontaminace vyjadřuje především nestabilitu systému krajiny a jeho narušenost.

MATERIÁL A METODA

Odmyslíme-li si časové měřítko, můžeme typizovat křivky (nebo polygony) zachycující dynamiku zvolených vlastností ekologického systému za použití tří nezávislých parametrů:

1. Obecná tendence změn – trendová složka (A – fixní, B – vzestupná, C – klesající).
2. Časová frekvence změn – rytmus oscilace (a – pravidelná, b – nepravidelná).
3. Relativní rozptyl – amplituda nebo absolutní kolísání v rámci obecné tendence (1 – malý, 2 – velký) (Forman, Godron, 1993).

V reálném světě se tyto parametry kombinují a tvoří typy ekologických systémů, které lze považovat za stabilní, pokud:

- a) charakteristika systému nejeví klesající nebo stoupající tendenci, tj. trend přímky je rovnoběžný s osou x;
- b) můžeme statisticky popsat amplitudu a stupeň periodicity oscilací kolem trendu bez ohledu na frekvenci a rozptyl (Forman, Godron, 1993).

Stabilita systému není nikdy absolutní, žádný systém nemůže být naprosto neměnný. Biologická stabilita je metastabilita, kdy systém je v rovnováze a osciluje kolem ústřední polohy. Nestabilita je pro krajinu

charakteristická tehdy, stačí-li malá změna prostředí k vyčlacení systému z jeho režimu kolem ústřední polohy. Ukazuje se, že existují dva typy nestability. V jednom se systém mění a dosahuje nového režimu předvídatelných oscilací, vzniká nová metastabilní rovnováha, v druhém k novému statisticky předvídatelnému režimu fluktuace nedochází. Nestabilita je buď dočasná, nebo trvalá.

Úroveň metastability závisí na hloubce tzv. sedel (rozsah) – čím větší jsou hloubky sedel, tím je více metastabilní, nejméně metastabilní jsou plochá sedla. Vysoce metastabilní systémy vykazují vysokou odolnost k narušení, ale zotavují se velmi pomalu, protože jsou zničeny jejich zpětné vazby a přišly o velké množství biomasy. Systémy s nízkou metastabilitou se vyznačují malou odolností k narušení, ale rychle se zotavují z narušení, pokud např. došlo ke snížení množství biomasy (Forman, Godron, 1993).

Dynamiku zvolených vlastností a metastabilitu lze vyjádřit separací časové řady. Lze znázornit časovou složku zkoumaných proměnných jako průměr naměřených hodnot jednotlivých měsíců, dále lze vyjádřit trend naměřených hodnot z jednotlivých povodí, popsat pravidelnost oscilací a rozptyl hodnot.

Analýza koncentrace dusičnanů byla provedena na 28 povodích OSMS Pelhřimov a na pěti povodích Povodí Vltavy, a. s., a podrobná analýza proběhla na povodí Kopaninského toku (povodí 1-09-02-031). Všechna analyzovaná povodí patří do povodí vodárenské nádrže Švihov.

Statistická analýza byla provedena s pomocí statistického software Statgraphics verze 7.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Analýza prokázala na 27 povodích OSMS vzestupný trend, jedenkrát byl zjištěn sestupný trend. Vzhledem k omezenému rozsahu práce nejsou tyto výsledky publikovány. Zároveň byl zaznamenán značný nárůst trendů. Porovnáním dlouhé časové řady koncentrací dusičnanů z povodí Kopaninského toku s analyzovanými časovými řadami z období 1992 až 1995 povodí OSMS se potvrdilo, že jsou dílčím úsekem současného vzestupného trendu koncentrací dusičnanů.

Výsledky koncentrací dusičnanů (1/82 až 12/95), které jsme měli k dispozici od Povodí Vltavy pro profily Jankovský mlýn na Martinickém potoce, Vřesník na Želivce, Blažejov na Blažejovickém potoce a Sedlický potok před Němčicemi, dokumentují i na většině těchto profilů výrazný růst trendové složky. Vývoj trendové složky pro povodí Kopaninského toku je znázorněn na obr. 1 ve třech časových obdobích: a) do dubna 1991, b) do dubna 1992, c) do září 1996. Pokles trendu do termínu prvního analyzovaného období je znatelný. Ale již v následujícím roce je zaznamenán vzestupný trend, který je zvýrazněn pro období do roku 1996. Na obr. 2 je uvedena trendová složka koncentrace dusičnanů vybraných profilů Kopaninského toku s různým zastoupením kultur. Popis profilů z obr. 2 a 3: P1 – pramen vyvěrající na přechodu transportní a akumulací oblasti, s převahou orné půdy v infiltrační oblasti a loukou v transportní oblasti, P42 – přítok z oblasti s převahou orné půdy po průchodu lesními kulturami, P51 – lesní pramen, P6 – drenážní výúst z orné půdy.

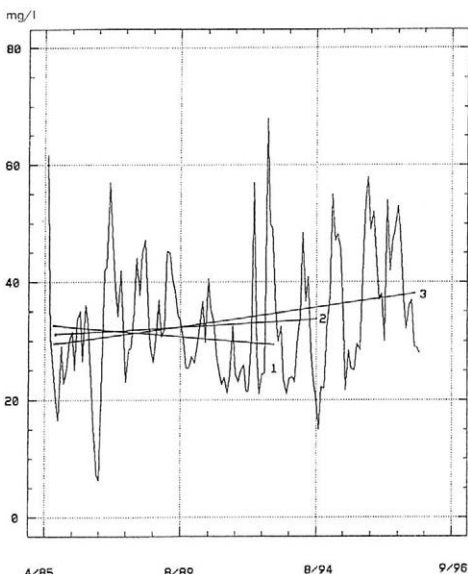
Vybrané profily P6, P42 jsou charakteristické výrazným nárůstem trendové složky. Ukazuje se, že stačí velmi malá změna prostředí k vychýlení z metastabilní rovnováhy. Již pouze na základě těchto dílčích výsledků lze v obecné rovině konstatovat, že systém je výrazně nestabilní.

Z obr. 1 a 2 je též patrná oscilace neboli kolísání průměrných měsíčních hodnot koncentrací dusičnanů. Frekvence změn a rytmus oscilace jsou velmi nepravidelné, především u profilů P6, P42. Relativní rozptýlení hodnot je u těchto profilů značný. Oscilace u profilů P1, P51 je nepravidelná, ale pohybuje se v určitém rozsahu okolo ústřední hodnoty – dlouhodobého průměru, tj. od přímek mírně vychýlených od osy x s omezeným kolísáním. I tyto výsledky u profilů P6 a P42 dokládají nestabilitu systému.

Úroveň metastability jednotlivých měřených profilů povodí Kopaninského toku je znázorněna na obr. 2 a 3, kde je provedeno polynomální vyhlazení časové složky průměrných hodnot koncentrací dusičnanů z přítoků Kopaninského toku s různým zastoupením kultur. Hloubka sedel je nejvyšší u profilu P6, P42, nejmenší u P1, P51. Potvrzuje se tak zmíněná teorie. Krajina odvodňovaná k uzávěrovým profilům P6, P42 se zotavuje velmi pomalu, a to především ve vegetačním období, neboť byly zničeny její mnohé zpětné vazby, přišla o velké množství biomasy zorněním rozsáhlých ploch, systém je vysoce metastabilní vzhledem k tomu, že jsou do něho dodávána hnojiva pro produkci biomasy polních plodin.

Zároveň sezonní sinusoidní průběh hodnot koncentrací dusičnanů (obr. 3 a 4) potvrzuje převahu plošného zemědělského znečištění v daném povodí. Typické sezonní kolísání koncentrace dusičnanů bylo zaznamenáno i na ostatních analyzovaných časových řadách. Jejich křivky jsou prakticky stejné, liší se pouze průběhem průměrných hodnot.

Polynomální vyhlazení sezonní složky koncentrace dusičnanů ve dvou časových obdobích (obr. 5) do dub-



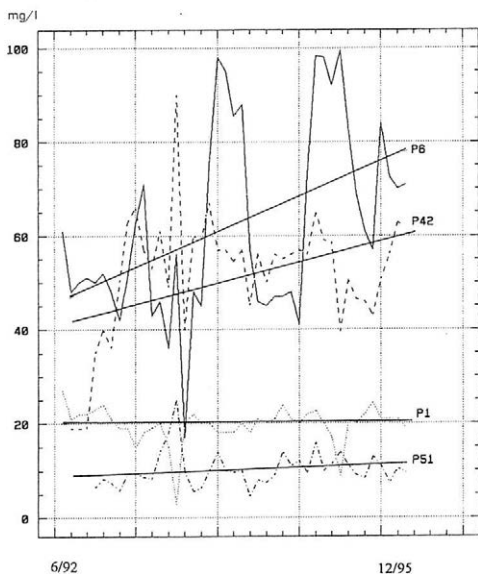
1. Průběh a trendová složka koncentrace dusičnanů v uzávěru povodí Kopaninského toku – Pattern and trend component of nitrate concentration in closure of water basin of Kopaninský tok

osa x: měsíce – x axis: months

1 = 4/85–4/91

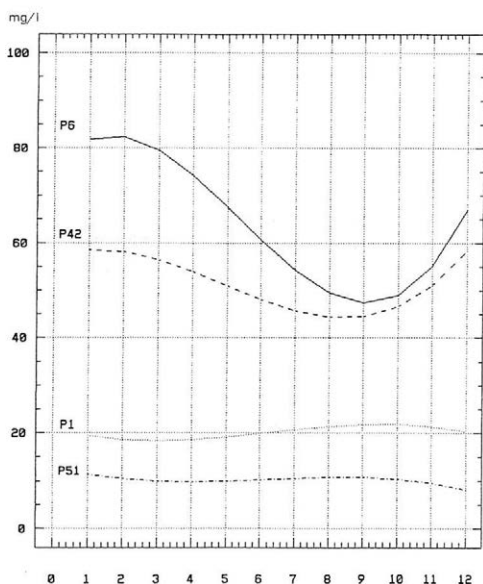
2 = 4/85–4/92

3 = 4/85–9/96



2. Trendová složka koncentrace dusičnanů vybraných profilů Kopaninského toku s různým zastoupením trvalých kultur – Trend component of nitrate concentration of selected profiles of Kopaninský tok with various representation of perennial cultures

interval = 1 měsíc – interval = 1 month

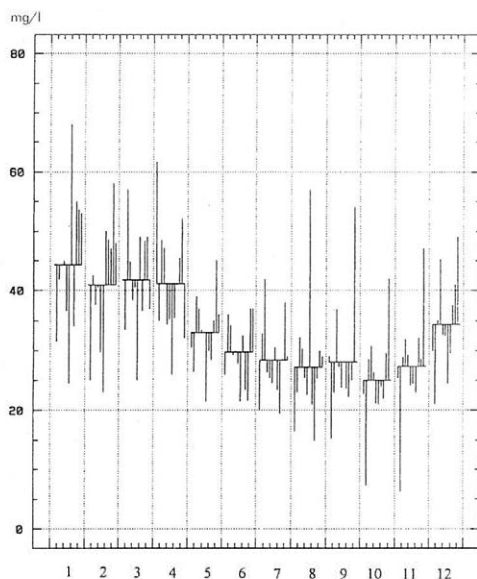


3. Aproximace sezonní složky empirických řad koncentrací dusičnanů polynomem – Approximation of seasonal component of empirical series of nitrate concentrations by polynomial

osa x: měsíce v roce – x axis: months in year

na 1991 a do září 1996 v uzávěrovém profilu Kopaninského toku ukázalo, že rozdíl v vzestup trendové složky dusičnanů jsou výsledkem vzestupu koncentrací především v mimovegetačním období. Ve vegetačním období je polynomální vyhlazení prakticky totožné. Ve vegetačním období dochází k nárůstu biomasy polních plodin, systém se zotavuje z porušení. Aby se následně mohl stát vysoce metastabilní, musí dojít k odběru biomasy.

Vzhledem k výrazně nepravidelnému kolísání koncentrace dusičnanů v měřených profilech, a tedy i jasné nestabilitě systému, která je pro tento jev charakteristická, bylo studováno možné změny prostředí, které způsobují tento proces. Byla ověřována závislost koncentrací dusičnanů na srážkové činnosti. Na obr. 6 je znázorněna aproximace empirických řad srážek a koncentrací dusičnanů polynomem 3. stupně a modelování trendu pomocí klouzavého průměru při separaci sezonní složky. Výsledné křivky velmi dobře dokumentují vliv srážkové činnosti na koncentraci dusičnanů v povrchových vodách Kopaninského toku (uzávěrový profil). Při poklesu srážkové činnosti během krátké doby (do dvou měsíců) dochází ke snížení koncentrace dusičnanů v povrchových vodách, zvýšení srážkové činnosti vede ke zvýšení koncentrací dusičnanů. Tento možný efekt naznačil Slepíčka (1974). Časová řada vývoje koncentrací dusičnanů ve srážkové vodě (měsíční čisté srážky z pluviometru) ze stanice Košetice (cca 30 km od Kopaninského toku) od roku 1985 do roku 1997 vykazuje pokles hodnot, jejich rozsah se



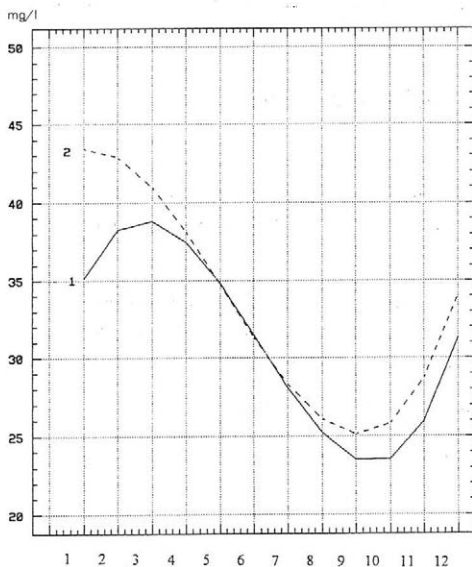
4. Sezonní kolísání koncentrace dusičnanů v období 4/85 až 9/96 na Kopaninském toku – Seasonal fluctuation of nitrate concentration in the period from April/1985 to September/1996 on Kopaninský tok

osa x: měsíce v roce – x axis: months in year

pohybuje od 11 do 1 mg/l. Tento stav vyjadřuje trendová složka. Zatížení půdy, vyjádřené přepočtem koncentrace dusičnanů srážkovým úhrnem na 1 m² plochy, mírně vzrůstá. Trend je vzestupný od počátku roku 1985 (každý rok o 0,96 mg dusičnanů na 1 m²) a je vyjádřen rovnicí $y = 18,7 + 0,079 \cdot T$, kde T představuje časový údaj vyjádřený počtem měsíců. Trendová složka ani aproximace tohoto polynomálního vyhlazení však nekorespondují s obdobnými charakteristikami koncentrace dusičnanů v povrchových vodách, znázorněnými na obr. 6. Lze tedy s velmi vysokou pravděpodobností předpokládat, že srážky působí pouze zprostředkovaně na vyplavování dusičnanů, vyšší srážky způsobují jejich vyšší vymývání ze zorněných ploch. Zatížení srážek dusičnany není příčinou výrazného nárůstu trendu koncentrací dusičnanů v povrchových vodách.

ZÁVĚR

Koncentrace dusičnanů ve vodách v povodí vodní nádrže Švihov v současné době na rozdíl od mnoha předpovědí neklesají, naopak mají vzestupný trend, a to ve většině monitorovaných povodí. Byla prokázána velká nestabilita a narušenost ekosystému vodní nádrže Švihov, která je charakterizována zvyšující se směrnicí trendu, velmi nepravidelným rytmem oscilace, vysokým relativním rozptylem kolem obecné tendence a absolutními hodnotami vyplavovaných dusič-

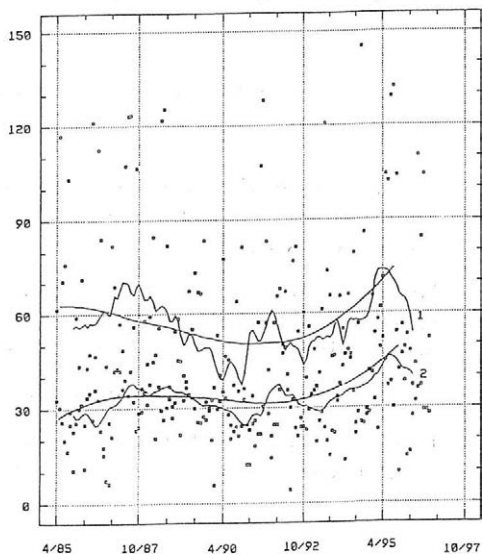


5. Aproximace sezonní složky empirických řad koncentrací dusičnanů polygonem ve dvou časových obdobích – Approximation of seasonal component of empirical series of nitrate concentrations by polynomial in two time periods

osa x: měsíce v roce – x axis: months in year

1 = 4/85–4/91

2 = 4/85–9/96



6. Aproximace empirických řad srážek a koncentrací dusičnanů polynomem 3. stupně a modelování trendu pomocí klouzavého průměru – Approximation of empirical series of precipitation and nitrate concentrations by polynomial of the 3rd order and modelling of the trend using gliding average

osa x: měsíce – x axis: months

1 = srážky – precipitation (mm); 2 = koncentrace dusičnanů – nitrate concentration (mg/l)

nanů. Nárůst trendové složky je pravděpodobně důsledkem změny povětrnostních podmínek v posledních šesti letech. I tyto vlivy naznačují malou stabilitu krajiny. Absolutní hodnoty koncentrací dusičnanů jsou s velkou pravděpodobností ovlivněny stupněm zornění půd v jednotlivých povodích. Sezonní separaci časových řad bylo potvrzeno, že velká část dusičnanů pochází z plošných zdrojů znečištění, především ze zorněných ploch.

LITERATURA

- Forman R. T. T., Gordon M. (1993): *Krajinná ekologie*. Praha, Academia. 583 s.
- Slepička J. (1974): Vysoké dávky živin a jejich vyplavování v různých ekologických podmínkách. *Rostl. Výr.*, 20: 1015–1023.

Došlo 3. 8. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Tomáš Kvítek, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/57 92 16 40, fax: 02/57 92 21 39

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Pérovky mohou být zpracovány jako předloha pro skenování nebo mohou být dodány též jako bitmapa ve formátu *.TIF (600 DPI). Pro skenování by grafy neměly obsahovat šedivé plochy. Místo šedí se mohou použít různé typy černobílého šrafování.

Grafy je třeba dodat **včetně zdrojových dat** (jako tabulku) v programu EXCEL.

Prosíme **nezasílejte** obrázky ve formátu **Harvard Graphics**, nýbrž vyexportované do některého z výše uvedených formátů.

Redakce časopisu

FUNKCE ODVODNĚNÍ TRUBKOVOU DRENÁŽÍ V OBDOBÍ POVODŇOVÝCH SITUACÍ

THE FUNCTION OF DRAINAGE BY PIPE DRAINAGE IN THE PERIOD OF FLOOD SITUATIONS

J. Fídlér

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Various procedures of drainage in flood runoffs were evaluated. Drainage runoffs with 1% probability of occurrence on earlier measured areas in eastern Bohemia with calamitous runoffs in some water basins of northern Moravia in July of 1997 (Tab. I) and in partial water basins of Jílovský potok with areas corresponding to areas of drainage systems (Tab. II) are compared gradually. In the former case the shares of drainage runoff depths of flood discharges are in the same expression relatively high while probable shares of drainage runoff of flood discharges in small water basins are significantly lower and more real with regard to the fact that flood unit-yield surface runoffs in small water basins are significantly higher than in great water basins. Tabs III to V give calculations of drainage runoffs under flood precipitation in water basins Kýchová and Zděchovka starting from 1925, Jílovský potok and the brook Bradava using the model Zeeuw-Helinga. Runoff depths are compared, though direct data of drainage runoff height are more significant. Comparisons are possible in Jílovský potok, Zděchovka and Bradava which are also formed by farm soils while the river basin of Kýchová is a forest one. The process of origin of drainage runoffs with surface drainages can be declared from graphic enclosures for small forest water basins from northern Moravia during floods in the water basin of Jeseník. Fig. 1 gives the process of origin of flood and simulated drainage runoffs depths according to the model Zeeuw-Helinga in hour-time step in the water basin Jeseník. Fig. 2 presents the same situation in the same river basin with daily time step. Immediate response of surface runoff to hour sums of precipitation is evident from the pattern of runoff in Jeseník with hour step while drainage runoff gradually grows without fluctuations and culminates belatedly following the last culmination of surface runoff. This detailed aspect is disappearing in Fig. 2 for the same river basin but with daily time step. Circlets in graphs indicate theoretical drainage runoff depths which are however reduced on the actual runoff due to flooding of the pipe system after exceeding of maximum planned runoff unit-yield 1 l/s/ha, i.e. 8.64 mm/day. Flooding is evaluated in tables on the same principle. It is evident from other graphs and tables that drainage runoff may form only insignificant part of measured surface runoffs mostly fluctuating in fractions of percentage, exceptionally several per cent provided that surface and drainage culminating runoffs do not meet.

Keywords: drainage runoff; surface runoff; share of surface and drainage runoff under floods; Zeeuw-Helinga model

ABSTRAKT: Byly hodnoceny různé postupy odvodnění na povodňových odtocích. Postupně jsou srovnávány drenážní odtoky s 1% pravděpodobností výskytu na dříve měřených plochách ve východních Čechách s katastrofálními odtoky na některých povodích severní Moravy v červenci 1997 (tab. I) a na dílčích povodích Jílovského potoka s plochami odpovídajícími plochám odvodňovacích systémů (tab. II). V prvním případě jsou podíly drenážních odtokových výšek na povodňových průtocích ve stejném vyjádření relativně vysoké, zatímco pravděpodobné podíly drenážních odtoků na povodňových průtocích na malých povodích jsou podstatně nižší a reálnější, vzhledem k tomu, že povodňové specifické povrchové odtoky na malých povodích jsou podstatně vyšší než na povodích velkých. V tab. III až V jsou uvedeny výpočty drenážních odtoků za povodňových srážek na povodích Kýchové a Zděchovky počínaje rokem 1925, resp. Jílovského potoka a potoka Bradavy pomocí modelu Zeeuw-Helinga. Jsou porovnány odtokové výšky, i když podstatnější je přímý údaj drenážní odtokové výšky. Srovnání je možné u povodí Jílovského potoka, Zděchovky a Bradavy, která jsou tvořena i zemědělskými půdami, zatímco povodí Kýchové je lesní. Proces vzniku drenážních odtoků v porovnání s povrchovými odtoky lze deklarovat z grafických příloh pro malá lesní povodí ze severní Moravy za povodní na povodí Jeseníku. Na obr. 1 je znázorněn postup vzniku povodně a simulovaných drenážních odtokových výšek podle modelu Zeeuw-Helinga v hodinovém časovém kroku na povodí Jeseník, na obr. 2 na stejném povodí s denním časovým krokem. Z průběhu odtoků na Jeseníku s hodinovým krokem je zřejmá bezprostřední reakce povrchového odtoku na hodinové úhrny srážek, zatímco drenážní odtok postupně narůstá bez výkyvů a kulminuje opožděně za poslední kulminaci povrchového odtoku. Tento detailní pohled se ztrácí u obr. 2 pro stejné povodí, ale s denním časovým krokem. Kroužky v grafech vyznačují teoretické drenážní odtokové výšky, které však jsou redukovány na skutečný odtok v důsledku zahlcení trubního systému po překročení maximálního návrhového specifického odtoku 1 l/s/ha, což je 8,64 mm/den. Stejným principem je posuzováno zahlcení v tabulkách. Z ostatních grafů a tabulek je zřejmé, že drenážní odtok může tvořit jen nepodstatnou část měřených povrchových odtoků, pohybující se většinou v zlomcích procenta, výjimečně několika procent s tím, že se nestřetávají kulminační odtoky povrchové a drenážní.

Klíčová slova: drenážní odtok; povrchový odtok; podíl povrchového a drenážního odtoku za povodní; model Zeeuw-Helinga

ÚVOD

Objasnění funkce odvodnění v období povodňových situací je stále aktuální. Fidler, Soukup (1997, 1998) ve svých pracích vycházeli z prvních údajů o povodňových průtocích na severomoravských řekách v červenci 1997.

Postupně se zvýšil počet dostupných podkladů a hodnocení problematiky se vyvíjelo ve smyslu klade-ní většího důrazu na povodňové situace na malých tocích, odpovídajících plochou povodí plochám odvodňovacích soustav, což bylo při prvním hodnocení opominuto a což je důležité, protože s poklesem plochy povodí se výrazně zvyšují povrchová specifická odtoková množství. Celý proces tvorby drenážních odtoků je hydrolo-gickým problémem, ohraničovaným částečně zahlce-ním drenáže při vyšších odtokových množstvích, než na která byly drenážní sítě dimenzovány.

Drenážním odtokem jako hydrologickým jevem se souhrnně zabýval Fidler (1976). Studoval problematiku hydrologie odvodnění a jeho vztahy k dalším faktorům odvodnění. Prověřoval též aplikaci modelu Maasland-Kraenhoffa.

MATERIÁL A METODA

Fidler, Soukup (1997, 1998) srovnávali naměřené povodňové průtoky, převedené na specifické povodňo-vé odtoky na některých řekách severní Moravy, se spe-cifickými drenážními odtoky nejbližších lokalit, kde v minulosti byly drenážní odtoky měřeny soustavněji, protože v oblasti postižené povodněmi v roce 1997 se drenážní odtoky nikdy neměřily. Fidler (1976) drenážní odtoky vyhodnotil statisticky, bylo tedy možné převzít hodnoty specifických drenážních odtoků s periodicitou výskytu 1 % pro stanici Žďárky (okres Náchod), Val (u Dobrušky) a Smrčí (u Železného Brodu) jako stan-dardy. Podrobnější údaje o charakteru těchto lokalit publikovali Fidler, Soukup (1998) spolu s výsledky po-rovnání maximálních povodňových průtoků na řekách severní Moravy za povodní v červenci 1997 a drenáž-ních odtoků (tab. I). Nedostatkem tohoto srovnání jsou neúměrně velké plochy povodí uváděných toků oproti běžným plochám odvodňovacích soustav.

Ve sloupcích označených „zahlcená drenáž“ je po-čítáno se zahlcením výústních tratí drenážních systémů při stavu, kdy drenážní odtok je vyšší než 1 l/s/ha (tj. 8,64 mm/den), na který je maximálně u nás drenáž di-menzována a při kterém vzniká tlakové proudění v dre-nážních systémech tím, že se zaplňují gravitační póry v odvodňovaném půdním profilu vodou a drenáž pře-stává plnit svoji funkci.

V další fázi byly hledány možnosti vyjádření mož-ných hypotetických podílů drenážních odtoků za po-vodňových situací na povodích malého plošného rozsahu. Takovou možnost poskytly povodně na Jílovském potoce v roce 1987 (Chamas, Kakos, 1988) a opakova-ně v roce 1989 (Macoun, Zuna 1989a, b). Udávané hodnoty povodňových specifických povrchových odtoků pro dílčí povodí Jílovského potoka byly porovnány s již citovanými drenážními specifickými odtoky na středních půdách s periodicitou výskytu 1 % pro stani-ci Žďárky. Výsledky jsou uvedeny v tab. II (Fidler, 1998a), která byla zpracována pro různé možné podíly odvodnění plochy povodí až po plochu celého povodí. Vyhodnoceno bylo opět zahlcení výústních tratí při tla-kovém proudění. Je zřejmé, že podíly drenážních odtoků oproti údajům v tab. I výrazně poklesly a pohybují se, až na výjimku, ve zlomcích procent. Je tomu tak proto, že plochy dílčích povodí odpovídají možným plochám drenážních systémů.

Dále byla věnována pozornost oblasti Beskyd. Ne-byly však k dispozici podrobnější údaje o historických povodních. Prvá zaznamenaná byla 3. až 5. 8. 1880 a další až roku 1902, kdy na Lysé Hoře ve dnech 15. až 25. 6. spadlo 514 mm srážek (Fránek, 1953). Ze stej-ného zdroje se podařilo získat údaje o srážkách za po-vodňových stavů na Kýchově a Zděchovce od roku 1928 do roku 1955. Ze sdělení Ing. M. Jařábce, CSc., z ÚLH Jíloviště, pracoviště Frýdek Místek, byly k dis-pozici údaje srážek a odtoků z června a července vět-ně kritických dnů povodně 1977 na třech malých povodích: Malá Ráztoka (207 ha), Červík (185 ha) a Jeseník (145 ha). Cenný je zejména průběh maximálních odtoků a srážek v hodinových intervalech z kritického ob-dobí 5. až 8. 7. 1977 pro povodí Jeseník.

Další skupinu srážkových údajů poskytli Chamas, Kakos (1988). Macoun, Zuna (1989) publikovali ve

I. Možné podíly maximálních drenážních odtoků s periodicitou 1 % pro lokality Žďárky, Val Dubina a Smrčí na maximálních odtocích na velkých povodích v červenci 1997 (%) – Potential shares of maximum drainage runoffs with 1% periodicity for localities Žďárka, Dubina and Smrčí on maximum runoffs in great river basin in July 1997 (%)

Povodi ¹ (profil ²)	Plocha povodi ³ (km ²)	Podíl povrchového a drenážního odtoku ⁴ (%)						Datum povodně ⁷ (1997)
		nezahlčená drenáž ⁵			zahlčená drenáž ⁶			
		Žďárky	Val	Smrči	Žďárky	Val	Smrči	
Odra (Bohumín)	4 622	7,2	25,4	8,6	2,6	3,8	1,3	5. 7.
Opava (Děhylov)	2 039	27,2	40,2	13,6	4,1	6,1	2,1	5. 7.
Bečva (Dluhonice)	1 598	4,9	7,4	2,4	1,1	1,1	1,1	5. 7.
Ostravice (Ostrava)	818	4,9	7,3	2,5	0,7	1,1	0,4	5. 7.

¹ river basin, ² profile, ³ area of river basin, ⁴ share of surface and drainage runoff, ⁵ not flooded drainage, ⁶ flooded drainage, ⁷ date of flood

II. Podíly drenážních odtoků z povodňových povrchových odtoků na malých povodích pro středně těžké půdy na příkladu dílčích povodí Jílovského potoka – Shares of drainage runoffs from flood surface runoffs in small river basins for medium heavy-textured soils on example of partial river basins Jílovský potok

Povodí ¹	Plocha ²	Lesnatost ³	Specifický odtok ⁴	Podíl drenážních a povrchových odtoků ⁵ (%) (podíl odvodněné plochy ⁶)				Zahlcení ⁷	Datum ⁸
	km ²	%	l.s ⁻¹ .km ⁻²	0,10	0,25	0,50	1,00		
Vlčí potok	1,85	75,0	4 380,5	0,010	0,020	0,040	0,080	2,47	1. 7. 1987
Potok Tisý	1,85	65,0	1 348,0	0,030	0,080	0,160	5,72	5,72	1. 7. 1987
Potok Tisý	2,95	32,0	1 310,0	0,030	0,090	0,170	0,340	2,71	1. 7. 1987
Drážní potok	0,29	35,8	1 961,0	0,020	0,060	0,110	0,230	19,17	21. 5. 1989
Drážní potok	0,15	35,8	3 645,0	0,010	0,030	0,060	0,120	0,74	21. 5. 1989
Drážní potok	0,14	35,8	415,0	0,110	0,270	0,530	1,070	0,02	21. 5. 1989
Drážní potok	0,74	35,8	1 773,0	0,030	0,060	0,130	0,250	3,39	21. 5. 1989
Drážní potok	0,74	35,8	850,0	0,050	0,130	0,260	0,520	7,07	26. 6. 1989
Drážní potok	1,50	35,8	3 229,0	0,010	0,030	0,070	0,140	1,20	26. 6. 1989

¹river basin, ²area, ³forest, ⁴unit-yield runoff, ⁵share of drainage and surface runoffs, ⁶share of drained area, ⁷flooding, ⁸date

stati o povodí Ohře data o povodních na dílčích povodích Drážního potoku (A – 13,96 ha, B – 73,8 ha), na Vlčím potoku (185 ha) a Jílovském potoku (510 ha) na Děčínsku v roce 1987 a 1989, pro které byly simulovány odtoky ze srážkových údajů nejbližších meteorologických stanic a odhadovaných srážkových úhrnů v centru povodně (tab. IV). Použity byly i údaje z povodně na potoku Bradava ve Spáleném Poříčí, z 11. 7. 1925 (Hrádek, ústní sdělení).

Podklady pro posouzení činnosti drenážních systémů za povodňových situací na malých povodích v roce 1997 chybějí. Pro další porovnání byl proto zvolen princip výpočtu drenážních odtoků pro uvedené srážkové povodňové situace podle modelu Zeeuw-Helinga a pro zvolené půdní standardy hlinitých a jílovitých půd. Zeeuw-Helingův model tranzientního drenážního proudění vychází ze vztahu:

$$dq/dt = a \cdot (R - q)$$

po integraci:

$$q_t = q_{t-1} \cdot e^{-a \cdot dt} + R(1 - e^{-a \cdot dt})$$

kde q je drenážní odtok v čase t , a je reakční koeficient ve tvaru $a = \pi \cdot K \cdot d/p \cdot L^2$, R je efektivní srážka, e je základ přirozených logaritmů, dt je časový interval, přičemž $dt = t - (t - 1)$, π je Ludolfovo číslo, K je koeficient hydraulické vodivosti nasyceného půdního prostředí, d je redukovaná hloubka nepropustného podloží pod drény podle Hooghoudta, p je drenážní pórovitost a L je rozchod drénů.

Použití uvedeného modelu závisí na odvození efektivních vstupních srážek ze srážek ovzdušných a na určení údajů potřebných k výpočtu reakčního koeficientu a .

Pro redukci ovzdušných srážek na srážky efektivní byla po prověření dalších postupů jako nejvhodnější zvolena metoda redukčního koeficientu, založená na době od předchozí srážky a odvozená pro drenážní odtoky (Fidler, 1976) ve tvaru:

$$o = m/t$$

kde m je empirický koeficient (pro hlinité půdy $m = 0,7178$, pro jílovité půdy $m = 0,0784$), t je počet dnů od poslední srážky.

Pro stanovení reakčního koeficientu a byly zvoleny tyto standardy: pro středně těžké, hlinité půdy – údaje lokality Žďárky s hodnotami: $K = 0,27$ m/d, $d = 0,5$ m, $p = 0,0609$, $L = 13$ m; pro těžké, jílovité půdy – půdní charakteristiky lokality Rohenice s hodnotami: $K = 0,0711$ m/d, $d = 2,0$ m, $p = 0,0139$, $L = 8$ m.

VÝSLEDKY

Výsledky výpočtů drenážních odtoků q_d a jejich porovnání s povrchovými odtoky jsou uvedeny v tab. III až V. Hodnot q_d by maximálně dosáhly drenážní odtoky při jednotlivých deštových epizodách na tocích za předpokladu, že by na plochy nepřitékaly vnější vody, které skutečně měřené odtoky *in situ* často výrazně mění. Procento z $q_{\max}$ a hodnoty odvodnění 25 % jsou jen informativní u lesních povodí (Kýchová). Tab. III obsahuje údaje z povodí Kýchové a Zděchovky, tab. IV údaje naměřené v povodí Jílovského potoka. Tab. V uvádí simulované drenážní odtoky 10denní odtokové vlny na Kýchové a Zděchovce. Přesnější představu o časovém průběhu drenážních odtoků v návaznosti na srážkové údaje umožňuje grafické zpracování (obr. 1 a 2). Procesy vytváření odtoků pro povodí Malá Ráztoka a Červík jsou obdobné jako u povodí Jeseníku.

DISKUSE

Zatímco údaje v tab. III a IV představují jen nejvyšší hodnoty drenážních a orientačně povrchových denních odtokových výšek, v tab. V jsou uvedeny denní odtokové výšky na povodích Kýchová a Zděchovka

Povodí ¹	Datum ²	Srážky ³ (mm)	$q_{\max}$ (mm)	Drenážní odtok z půdy ⁴							
				středně těžké ⁵				těžké ⁶			
				q_d (mm)	% $q_{\max}$	odvodnění ⁷ 25 %	zahlcení ⁸	q_d (mm)	% $q_{\max}$	odvodnění 25 %	
K	6. 1928	66,8	30,6	2,1	6,9	1,0	–	1,1	3,6	0,5	
Z	6. 1928	75,7	175,0	3,1	1,77	0,3	–	1,2	0,7	0,1	
K	10. 1930	140,2	58,8	3,7	6,3	0,9	–	2,2	3,4	0,6	
Z	10. 1930	106,6	79,7	4,9	6,1	0,9	–	1,5	1,9	0,3	
K	9. 1937	46,4	49,7	1,3	2,6	0,4	–	0,5	1,0	0,2	
Z	9. 1937	39,1	62,4	1,1	1,8	0,3	–	0,5	0,8	0,1	
K	9. 1938	31,5	22,5	0,9	4,0	0,6	–	0,4	1,8	0,3	
Z	9. 1938	41,3	314,0	1,1	0,4	0,1	–	0,5	0,2	–	
K	9. 1938	104,2	142,8	1,4	1,0	0,2	–	0,6	0,4	0,1	
Z	9. 1938	152,6	313,9	1,4	0,4	0,1	–	0,6	0,2	–	
K	4. 1944	49,2	–	1,4	–	–	–	0,6	–	–	
Z	4. 1944	55,2	294,3	1,5	0,5	0,1	–	0,7	0,2	–	
K	6. 1955	89,9	89,9	5,5	6,1	0,9	–	2,2	2,4	0,4	
Z	6. 1955	70,5	79,5	4,4	5,5	0,8	–	1,8	2,3	0,3	
K	6. 1935	49,1	199,8	3,7	1,9	0,3	–	1,6	0,8	0,1	
Z	6. 1935	40,2	151,3	3,1	2,0	0,3	–	1,3	0,9	0,1	

¹river basin, ²date, ³precipitation, ⁴drainage runoff from soil, ⁵medium heavy-textured, ⁶heavy-textured, ⁷drainage, ⁸flooding

v 10denních povodňových situacích v červnu 1943. Tab. V poskytuje představu hydrogramu drenážních odtoků v časovém průběhu. Hodnoty odvodnění 25 % znamenají redukcí drenážního odtoku, je-li odvodněno jen 25 % plochy povodí.

V tab. III dosahují drenážní odtoky na obou povodích maxima 5,5 mm/den na povodí Kýchovské v červnu 1955, v tab. IV je to 0,9 mm/den pro 2. 6. 1943 a konečně v tab. V až 22,1 mm/den pro uváděné srážkové jádro 190 mm na Vlčím potoce 1. 7. 1987. Je zřejmé, že drenážní odtoky jsou především závislé na výšce srážek.

Přesný obraz o vytváření drenážního a povrchového odtoku v povodí Jeseník, profil U vodárny ve dnech 5. až 8. 7. 1997 poskytuje obr. 1, v němž je uveden pozorovaný průběh srážek a povrchových odtoků v hodinových intervalech a na ně navazující simulovaný drenážní odtok rovněž v mm/h. Z grafu je zřejmé opožďování drenážního odtoku za odtokem povrchovým a jeho vyrovnaný průběh, zatímco povrchový odtok bezprostředně reaguje na průběh srážek. Důležité je právě opožďování drenážního odtoku za povrchovým, které svědčí o kladném vlivu drenáží na povodňové průtoky, neboť část srážek je oproti povrchovému odtoku zadržena v půdním profilu a má zpožděný výtok z drenážní sítě. Stejná epizoda je zaznamenána na obr. 2 mezi 35. až 38. dnem, vyznačeným na časové ose pro středně těžké, hlinité půdy s podstatně vyššími drenážními odtokovými výškami, neboť uvádí už jen sumární hodnoty z grafu předešlého. Detailní proces se stírá.

Modelovými chybami v grafu jsou myšleny případy zahlcení drenáže vysvětleným způsobem. Průběh odo-

ků z těžkých jílovitých půd pak vykazuje hodnoty podstatně nižší než u odtoků z půd hlinitých.

Základním problémem při hodnocení podílu drenážních odtoků je nedostatek údajů o drenážních systémech a hydrologii drenážního odtoku v posuzovaném území, kterým byla severní Morava. V těchto oblastech nebyla na drenážních systémech dosud prováděna žádná soustavnější hydrologická měření. Možným východiskem bylo použití údajů o drenážních systémech z míst měření, která byla nejbližší oblastí postižených povodní v roce 1997 (tab. I). Získané údaje o podílech drenážních odtoků mají však vysloveně orientační hodnotu jako střed možných podmínek pro různé variace středně těžkých hlinitých a těžkých jílovitých zemědělských půd. Uváděné podíly drenážních odtoků na středně těžkých půdách přitom nejsou bezvýznamné, spíše překvapivě vysoké i přes redukcí na úroveň potenciálního zastoupení odvodňových ploch (pro severní Moravu 17 %). Byly však srovnávány nesourodé velikosti povodí a možné plochy odvodňovacích soustav. Proto obdobné porovnání (tab. II) pro povodí plošně odpovídající (díleč povodí Jílovského potoka) přineslo podstatně nižší a reálnější údaje. Kromě toho tato povodí jsou tvořena i zemědělskou půdou, což není dodrženo v tab. III a V, kde uváděné povrchové odtoky jsou u Kýchovské z povodí lesního.

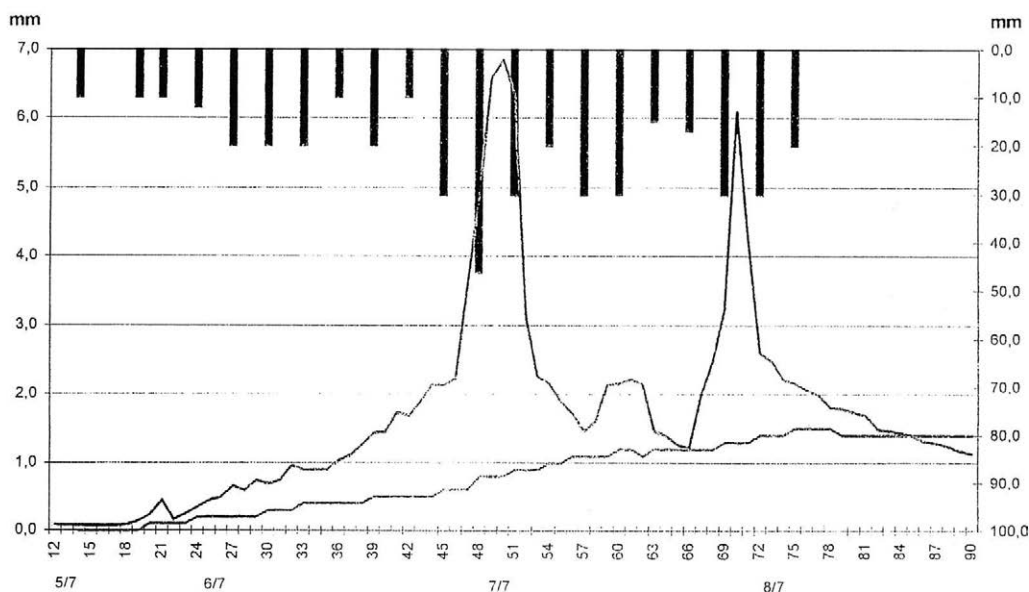
Jiný je soubor údajů simulovaných modelem Zeeuw-Helinga v tab. III až IV. Uváděné hodnoty denních drenážních odtokových výšek jsou však pouze odtoky z efektivních srážek, nejsou zde zahrnuty možné vlivy vnějších vod, časté při měřeních, u nichž se hydrologické povodí nekryje s povodím hydrogeologickým.

IV. Podíly simulovaných drenážních odtoků na povodňových průtocích v povodích Jílovského potoka v letech 1987 a 1989 – Shares of simulated drainage runoffs in flood discharges in river basins Jílovský potok in the years 1987 and 1989

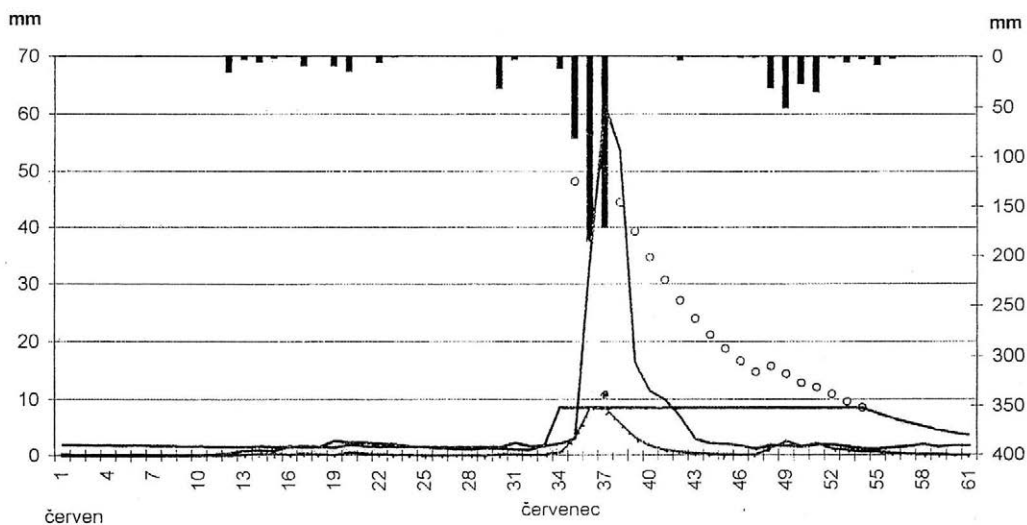
Povodí ¹	Stanice ⁹	Datum ²	Srážky ³ (mm)	q_{ma} (mm)	Drenážní odtok z půdy ⁴							
					středně těžké ⁵				těžké ⁶			
					q_d (mm)	% q_{max}	odvodnění ⁷ 25 %	zahlcení ⁸	q_d (mm)	% q_{max}	odvodnění 25 %	zahlcení
Drážní potok	Přísečnice	25.–27. 6. 1989	23,6	2 882	1,3	0,05	0,01	–	0,7	0,02	–	–
Drážní potok	Křimov	25.–27. 6. 1989	77,8	2 882	4,9	0,17	0,03	–	1,9	0,07	0,01	–
Drážní potok	Kamenička	25.–27. 6. 1989	78,9	2 882	5,3	0,18	0,03	–	2,0	0,07	0,01	–
Drážní potok	Jirkov	25.–27. 6. 1989	57,3	2 882	3,0	0,10	0,01	–	0,9	0,03	–	–
Drážní potok	Újezd	25.–27. 6. 1989	61,3	2 882	2,7	0,09	0,01	–	0,6	0,02	–	–
Drážní potok	Jezeří	25.–27. 6. 1989	34,6	2 882	2,2	0,07	0,01	–	0,4	0,01	–	–
Drážní potok	terénní odhad ¹⁰	25. 6. 1989	150	1 782,4	17,5	0,95	0,14	ano ¹¹	1,8	0,10	0,02	–
Drážní potok	terénní odhad	21. 1. 1989	120	1 019,5	9,96	0,97	0,15	ano	4,5	0,44	0,07	–
Vlčí potok	terénní odhad	1. 7. 1987	190	1 339	22,1	1,65	0,24	ano	2,3	0,17	0,03	–
Jílovský potok	Makléřov	1. 7. 1987	135	1 053	16,2	1,51	0,02	ano	1,6	0,15	0,02	–
Jílovský potok	Libouchec	1. 7. 1987	170	1 053	19,8	1,94	0,29	ano	2,0	0,18	0,03	–
Jílovský potok	Telnice	1. 7. 1987	67,5	1 053	7,9	0,77	0,15	–	0,8	0,08	0,01	–
Jílovský potok	Krásný les	1. 7. 1987	36	1 053	4,2	0,41	0,06	–	0,4	0,04	–	–
Jílovský potok	Jílové	1. 7. 1987	22	1 053	2,6	0,25	0,15	–	0,3	0,03	–	–
Bradava	Spálené Poříčí	11. 8. 1925	120	345,6	14,0	4,05	0,61	ano	0,3	0,09	0,01	–

Drážní potok 15,03 ha, Vlčí potok 185 ha, Jílovský potok 510 ha, Bradava 7 300 ha

For 1–8 see Tab. III, ⁹station, ¹⁰terrain estimate, ¹¹yes



1. Simulovaný drenážní odtok a povrchový odtok z povodí Jeseník, profil U vodárny (mm) – Simulated drainage runoff and surface runoff from river basin Jeseník, profile U vodárny (mm)



2. Povrchový odtok a simulovaný drenážní odtok z povodí Jeseník, profil U vodárny (mm) pro středně těžké a těžké půdy (1. 6. až 31. 7. 1997) – Surface runoff and simulated drainage runoff from river basin Jeseník, profile U vodárny (mm) for medium heavy-textured and heavy-textured soils (June 1 to July 31, 1997)

osa x: den – x axis: day

osa y (vlevo): odtok (mm) – y axis (left): runoff (mm)

osa y (vpravo): srážky (mm) – y axis (right): precipitation (mm)

červen – June

červenec – July

■ srážky – precipitation

— povrchový odtok – surface runoff

--- drenážní odtok (středně těžké půdy) – drainage runoff (medium heavy-textured soils)

... drenážní odtok (těžké půdy) – drainage runoff (heavy-textured soils)

○ modelové chyby – model errors

V. Podíly simulovaných drenážních odtoků na povodňových průtocích v povodí Kýchovské (K) a Zděchovské (Z) ve dnech 15. až 25. 6. 1943
 – Shares of simulated drainage runoff on flood discharges in river basin Kýchovská (K) and Zděchovka (Z) in the period from June 15 to 25, 1943

Povodí ¹	Datum ²	Srážky ³ (mm)	$q_{\max}$ (mm)	Drenážní odtok z půdy ⁴						
				středně těžké ⁵				těžké ⁶		
				q_d (mm)	% $q_{\max}$	odvodnění ⁷ 25 %	zahlcení ⁸	q_d (mm)	% $q_{\max}$	odvodnění 25 %
K	15. 6.	–	6,8	0	–	–	–	0	–	–
	16. 6.	5,7	10,2	0,2	2,0	0,3	–	0	–	–
	17. 6.	–	7,8	0,1	1,3	0,2	–	0	–	–
	18. 6.	–	7,6	0,1	1,3	0,2	–	0	–	–
	19. 6.	–	7,2	0,1	1,4	0,2	–	0	–	–
	20. 6.	22,1	51,2	0,6	1,2	0,1	–	0,2	0,4	0,1
	21. 6.	–	17,1	0,5	2,9	0,4	–	0,1	0,6	0,1
	22. 6.	10,8	25,4	0,9	3,5	0,5	–	0,3	1,2	0,2
	23. 6.	–	17,0	0,8	4,7	0,7	–	0,1	0,6	0,1
	24. 6.	–	9,8	0,7	7,1	1,1	–	0,1	1,0	0,2
	25. 6.	–	9,8	0,6	6,1	0,9	–	0	–	–
Z	15. 6.	–	1,2	0	–	–	–	0	–	–
	16. 6.	6,0	2,6	0,2	7,7	1,1	–	0	–	–
	17. 6.	–	2,1	0,1	4,8	0,7	–	0	–	–
	18. 6.	–	1,4	0,1	7,1	1,1	–	0	–	–
	19. 6.	–	1,8	0,1	5,6	0,2	–	0	–	–
	20. 6.	16,1	10,3	0,4	3,9	0,6	–	0,1	1,0	0,3
	21. 6.	–	4,0	0,4	1,0	1,5	–	0,1	2,5	0,4
	22. 6.	11,7	15,2	0,8	5,3	0,8	–	0	–	–
	23. 6.	–	5,0	0,7	1,4	2,1	–	0	–	–
	24. 6.	–	2,2	0,6	27,3	4,1	–	0	–	–
	25. 6.	–	1,4	0,6	42,8	6,4	–	0	–	–

For 1–8 see Tab. III

Údaje v tabulkách jsou tedy orientační. Takové odtoky by patrně z povodňových srážek vznikly, pokud by lokální půdní podmínky odpovídaly podmínkám standardů středně těžkých a těžkých půd. Porovnání s maximálními odtoky, vzniklými v uvedených povodích a termínech, jsou druhořadého významu pro lesní povodí Kýchovské. Reálnější v tomto směru jsou porovnání simulovaných drenážních odtoků na Jilovském potoce a Bradavě (tab. IV). Lesní charakter mají i povodí Jeseník, u kterých jsou výsledky simulace zpracovány graficky. Poskytují však pouze představu o procesech při povodňových srážkových epizodách. Drenážní odtoky dosahují tedy nejvýše několika procent, častěji jen zlomku procenta z povrchových odtoků, a navíc odtékají zpravidla s časovým opožděním oproti odtokům povrchovým.

ZÁVĚR

Byly srovnávány hodnoty povodňových odtokových výšek povrchového odtoku s odtokovými výškami drenážního odtoku. Pro větší povodí jsou hodnoty podílů vyšší, ale méně reálné, zatímco při porovnávání odtoků

z povodí plošně odpovídajících odvodňovacím systémům jsou tyto podíly podstatně nižší a reálnější.

Dále bylo použito modelu Zeeuw-Helinga pro výpočet drenážních odtokových výšek za povodňových situací na různých povodích ČR. Výsledky jsou zpracovány tabulkově a graficky, přičemž obr. 1 je uveden v hodinovém časovém kroku. Vyplývá z něho opožděná reakce drenážních odtoků oproti bezprostřední reakci na hodinové srážkové úhrny u odtoku povrchového. Dalším poznatkem je opoždění kulminace drenážního odtoku za kulminací odtoku povrchového.

LITERATURA

- Fidler J. (1976): Příspěvek k řešení intenzity odvodnění. [Doktorská dizertace.] Praha, VŠZ. 189 s.
 Fidler J. (1998a): Drainage systems and flooding situation of summer 1997 in Czech republic. Warszawa, SGGW.
 Fidler J. (1998b): Podíl meliorací na povodních v roce 1997. Podklad pro DÚ 5.2.4. Praha. 18 s.
 Fidler J., Soukup M. (1997): Vliv meliorací na povodňové přítoky se zaměřením na problematiku odvodnění. Praha, VÚMOP. 9 s.

- Fídl J., Soukup M. (1998): Podíl odtoku z drenáží na velikosti povodňového průtoku. Rostl. Vyr., 44: 237–241.
- Fránek Č. (1953): Beskydy, zásobárna vody ostravského průmyslu. In: Vodohospodářský význam našich lesů na příkladu Beskyd. Praha, SZN: 11–21.
- Chamas V., Kakos V. (1988): Mimořádná průtrž mračen a povodeň na Jílovském potoce dne 1. 7. 1987. In: Sbor. českoslov. geogr. Společ. sv. 93: 265–278.
- Macoun Z., Zuna J. (1989a): Vyhodnocení povodně 21. 5. 1989. Drážní potok Křimov. Chomutov. Povodí Ohře.
- Macoun Z., Zuna J. (1989b): Vyhodnocení povodně 26. 6. 1989. Drážní potok Křimov. Chomutov. Povodí Ohře.

Došlo 23. 7. 1998

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jiří Fídl er, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika,
tel.: 02/24 38 21 26, fax: 02/20 92 40

DYNAMIKA RŮSTU KUKUŘICE PŘED SKLIZNÍ

DYNAMICS OF MAIZE GROWTH BEFORE HARVEST

J. Vrzal, J. Fogl, M. Veselá, P. Fuksa

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Dynamics of growth can be investigated in the total dry matter as well as in different parts of maize plant. Vrzal (1993) presents the highest values in the rate of growth (CGR) $18.28 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ during the growing season what corresponds to high yields of dry matter. In the years 1995 to 1997 trials at the Research Station of the Faculty of Agronomy of Czech University of Agriculture in Praha, Červený Újezd, were established to verify the dynamics of maize growth in the period of ripening. 24 hybrids in three different early groups (eight hybrids in each) (FAO 200–220, 230–250 and 260–280) of similar properties in each group were investigated. Average of precipitation for 30 years was 493 mm, 333 mm during the growing season. The length of the growing season was 150 to 160 days. October 11 can be considered as the first frosty day for the average of the years. Experimental plots were arranged by the method of randomized blocks of the size of harvest area 17 m^2 in four repetitions. Intervals of observations were 8 to 12 days. Results in tables are average for the investigated years. The most intensive growth of grain weight was recorded in the starting phases of growth, at the beginning of milk ripeness (Tab. I). High significance between different groups of hybrids according to FAO number was found. Insignificant difference in the growth of grain weight was recorded on day 172 from seeding. The highest rate of maize grain was measured in the hybrids of the FAO group 230–250 and 260–280 in the phase of the beginning of milk ripeness (Tab. II). In the group of hybrids 200–220 the highest rate of growth was found in the phase of wax ripeness (the phase of the beginning of milk ripeness was not studied in these hybrids). The development of the rate of grain growth is in congruency with the literary data (Volodarskij, 1975). The CGR value was ranging from 8 to $15 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ and in the period of wax ripeness was significantly lower. Statistically significant values were recorded at the phase of wax to full ripeness. Maximum grain weight growth occurred in milk wax ripeness, in further phases of the development it was lower. In the period of maize harvest in milk wax ripeness in most hybrids the basis for grain yield was created and nutrient concentration in total mass was recorded. The growth of the total weight of maize plants and CGR are presented in Tabs III and IV. High statistical significance was reported in samplings on days 172 and 182 from seeding. The decrease of dry matter weight closely correlates with the decrease of growth rate (Tab. IV). In this period the growth rate decreased even to negative values of CGR what can be explained by less favourable meteorological conditions. High statistical significance between different groups of hybrids according to the FAO number was found. In evaluation of the grain and whole plants growth rate it can be said that in different groups of earliness of hybrids the growth rate was approximately identical. The difference between hybrids was recorded by comparison of hybrids in one group of earliness which was, however, in the boundary of significance but the curve of the growth rate was almost the same in the studied dates what is also confirmed by literary results (Vrzal, 1985; Petr, 1980) according to them the pattern of curves was dependent on the earliness of investigated hybrids. The green matter increase in the period of maize ripening is given in Tab. VIII. Plant weight grew during the growing season to the phase of the beginning of milk to milk wax ripeness. Dry matter increased due to ripening but the green matter weight of plants was falling.

Keywords: maize; weight of plants; rate of dry matter production

ABSTRAKT: Pokus byl založen v letech 1995 až 1997 se třemi skupinami různě raných hybridů kukuřice (FAO 200–220, 230–250, 260–280). Byl sledován nárůst suché a zelené hmoty a rychlost růstu (CGR) celých rostlin a zrna. Bylo prokázáno, že vlivem dozrávání se snižuje rychlost růstu celých rostlin, a to především u vegetativních částí. Rychlost růstu generativních orgánů dosahovala nejvyšších hodnot v mléčné voskové až na počátku voskové zralosti. Vztah ranosti hybridů s CGR nebyl jednoznačně prokázán. Nejvyšší hodnota CGR byla dosažena v mléčné voskové zralosti u zrna hybridů s číslem FAO 260–280 ($17.2 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$). Statisticky neprůkazný rozdíl v nárůstu hmotnosti zrna byl zaznamenán pouze 172. den od výsevu. Nárůst zelené hmoty rostlin byl závislý na růstové fázi kukuřice.

Klíčová slova: kukuřice; hmotnost rostlin; rychlost tvorby sušiny

ÚVOD

Dynamiku nárůstu rostlinné hmoty je možné sledovat v celkové sušině i v jednotlivých částech rostliny kukuřice, přičemž žádoucí je zaměřit se hlavně v období dozrávání především na palice a zrno. Vrzal (1985) uvádí nejvyšší hodnoty rychlosti růstu porostu (CGR) v průběhu vegetace $18,28 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$, což odpovídá vysokým výnosům suché hmoty. Maxima CGR bylo dosaženo ve fázi metání až kvetení a v dalším období došlo k poklesu. Volodarskij (1975) udává při optimální hustotě porostu hodnotu CGR v období dozrávání $2,83$ až $4,37 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$. Nejvyšší zaznamenané hodnoty CGR u kukuřice byly 51 až $52 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ (Petr et al., 1980). Vrzal (1985) zaznamenal v období metání až mléčné voskové zralosti u hybridu CE 205-S pokles hodnot CGR. Jejich zvýšení v dalším období je důsledek hromadění živin v palicích a zrnu. V mléčné voskové zralosti byly naměřeny hodnoty CGR u sledovaných hybridů FAO 200 $10,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$, FAO 220 $8,14 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ a FAO 250 $8,54 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$. Fuksa (1997) uvádí v průběhu vegetace u jetelovinotravních porostů hodnoty CGR v rozmezí $2,75$ až $17,14 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$.

MATERIÁL A METODA

V letech 1995 až 1998 byly na Výzkumné stanici Agronomické fakulty ČZU v Praze v Červeném Újezdě založeny pokusy s cílem ověřit dynamiku nárůstu kukuřice v období dozrávání. Bylo sledováno 24 hybridů kukuřice ve třech různě raných skupinách (po osmi hybridech) s číslem FAO 200–220, 230–250 a 260–280. Vzhledem k omezenému rozsahu nejsou uvedeny názvy jednotlivých hybridů a jejich charakteristiky. V každé skupině byly zařazeny hybridy s podobnými vlastnostmi.

Stanice se nachází v Bělohorské plošině, mírně zvlněné, v řepářském výrobním typu, na hnědozemích vytvořených sprašovými pokryvy na opukách. Terén je jednoduchý, převážně s jižní expozicí, průměrná nadmořská výška 405 m (390 až 420 m). Průměr srážek za 30 let činí 493 mm , za vegetační období 333 mm . Délka vegetační doby byla 150 až 160 dní. První mrazivý den v průměru let připadl na 11. říjen.

Pokusné parcely byly uspořádány metodou znárodných bloků o velikosti sklizňové plochy 17 m^2 ve čtyřech opakováních. Intervaly sledování byly osmi- až 12denní. Z každé parcely bylo na rozboru odebráno pět průměrných rostlin. Byla sledována hmotnost celé rostliny a jednotlivých částí (listy, stéblo, palice, zrno) v zeleném stavu i v sušině. Výsledky v tabulkách jsou průměrem sledovaných let.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základním ukazatelem kvality je výnos a podíl zrna na celkovém výnosu sušiny. Je všeobecně známo, že v průběhu dozrávání dochází k nárůstu hmotnosti zrna. Nejintenzivnější nárůst hmotnosti zrna (tab. I) jsme zaznamenali v počátečních fázích růstu, na počátku mléčné zralosti. Statistickým hodnocením byla zjištěna vysoká průkaznost mezi jednotlivými skupinami hybridů podle čísla FAO. Neprůkazný rozdíl v nárůstu hmotnosti zrna byl 172. den od výsevu. Tyto údaje jsou však pouze orientační. Vyjádření nárůstu hmotnosti je přesnější pomocí rychlosti růstu porostu CGR (tab. II).

Nejvyšší rychlost růstu zrna kukuřice byla naměřena u hybridů skupiny FAO 230–250 a 260–280 na počátku mléčné zralosti (tab. II). U skupiny hybridů 200–220 byla nejvyšší rychlost růstu zjištěna ve fázi voskové zralosti (u těchto hybridů nebylo sledováno období počátku mléčné zralosti). V jiných letech sledování byla hodnota CGR ve fázi mléčné zralosti podstatně vyšší. V jednoletých pokusech byla zaznamenána hodnota CGR 18 až $22 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$. Vývoj rychlosti růstu zrna kukuřice odpovídá údajům z literatury (Volodarskij, 1975).

Hodnota CGR byla v období voskové zralosti podstatně nižší (8 až $15 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$), než uvádí většina autorů. Statisticky průkazné hodnoty byly zaznamenány ve fázi voskové až plné zralosti a vysoce statisticky průkazné hodnoty CGR ve fázi voskové zralosti.

Maximální nárůst hmotnosti zrna byl v mléčné zralosti a v dalších obdobích vývoje jsme zaznamenali jeho pokles. V době sklizně kukuřice v mléčné voskové zralosti byl u většiny hybridů vytvořen základ výnosu zrna a docházelo ke koncentraci živin v celkové hmotě. Nárůst celkové hmotnosti rostlin kukuřice a CGR shrnují tab. III a IV.

I. Nárůst průměrné hmotnosti zrna kukuřice (g/rostlina) v průběhu vegetace podle počtu dnů od počátku vegetace – The increase of average grain weight of maize (g/plant) during the growing season according to the number of days from the beginning of the growing season

FAO	128	134	144	155	163	172	182
200–220	43,0	–	63,6	70,6	77,8	88,7	96,2
230–250	–	42,8	57,0	67,0	72,0	84,0	87,0
260–280	–	24,3	36,0	57,0	70,0	84,5	94,1
LSD 0,05			0,721*	0,696*	0,644*	1,784	14,95*
F _{krit}			0,0358	0,0361	0,0361	8,886	8,886
LSD 0,01			0,72*	0,69**	0,64**	1,784	14,95
F _{krit}			0,1118	0,1125	0,1125	27,671	27,671

II. Rychlost růstu zrna ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) v intervalu dnů vegetace před sklizní kukurice – The grain growth rate ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) in interval of days of the growing season before maize harvest

FAO	128–144	134–144	144–155	155–163	163–172	172–182
200–220	12,8	–	6,1	8,7	11,7	7,3
230–250	–	14,1	9,0	6,2	13,2	2,9
260–280	–	10,5	17,2	14,6	14,5	8,6
<i>LSD</i> 0,05			1,476	0,935*	2,348*	9,336*
F_{krit}			8,886	0,0361	8,886	8,886
<i>LSD</i> 0,01			1,476	0,935**	2,348	9,336
F_{krit}			27,671	0,1125	27,671	27,671

III. Nárůst sušiny celých rostlin (g/rostlina) v období dozrávání kukurice podle počtu dnů od počátku vegetace – Dry matter increase of the whole plants (g/plant) during maize ripening according to the number of days from the beginning of the growing season

FAO	128	134	144	155	163	172	182
200–220	146	–	161	168	173	174	182
230–250	–	143	154	167	174	176	174
260–280	–	153	164	172	180	189	187
<i>LSD</i> 0,05			0,656*	0,309*	0,661*	0,538*	0,220*
F_{krit}			0,0363	0,1904	0,1904	0,0363	0,0363
<i>LSD</i> 0,01			0,656	0,3099	0,6613	0,538**	0,220**
F_{krit}			0,1130	0,8600	0,8600	0,1130	0,1130

IV. Rychlost růstu celých rostlin ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) v intervalu dnů vegetace před sklizní kukurice – The growth rate of whole plants ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) in interval of days of the growing season before maize harvest

FAO	128–144	134–144	144–155	155–163	163–172	172–182
200–220	9,1	–	6,8	6,1	1,1	7,7
230–250	–	10,9	11,7	8,6	2,2	–1,9
260–280	–	9,9	6,5	9,0	8,7	–1,8
<i>LSD</i> 0,05			0,250*	0,2065*	0,4196*	0,387*
F_{krit}			0,1125	0,1125	0,1125	0,0361
<i>LSD</i> 0,01			0,250**	0,206**	0,419**	0,387**
F_{krit}			0,0361	0,0361	0,0361	0,1125

S postupující vegetací se zvyšovala celková hmotnost. Snížení hmotnosti sušiny při odběru 172. den vegetace bylo pravděpodobně způsobeno méně vhodným výběrem rostlin nebo vlivem povětrnostních podmínek. Statistickým hodnocením byla zjištěna průkaznost na hladině významnosti 0,05 mezi jednotlivými skupinami hybridů podle čísla FAO. Vysoká statistická průkaznost byla zaznamenána pouze u posledních dvou odběrů (172. a 182. den od výsevu).

Pokles hmotnosti sušiny velmi úzce koreloval s poklesem rychlosti růstu (tab. IV). Došlo k poklesu rychlosti růstu až k záporným hodnotám. Podobné hodnoty (nebo hodnoty rovné nule) byly zaznamenány u skupiny hybridů FAO 230–250 a 260–280. Poklesy rychlosti růstu celých rostlin je možné odůvodnit méně příznivými meteorologickými podmínkami. Byla zjištěna vysoká průkaznost mezi jednotlivými skupinami hybridů podle čísla FAO. Při posuzování rychlosti růstu zrna

a celých rostlin nelze z výsledků jednoznačně stanovit vztah těchto dvou ukazatelů. Částečně je možné uvažovat o určité závislosti distribuce živin z rostliny do zrna. Při porovnání jednotlivých skupin ranosti hybridů nebyla zjištěna stejná rychlost růstu. V jedné skupině ranosti byl zaznamenán též rozdíl mezi jednotlivými hybridy, který byl sice na hranici průkaznosti, ale v jednotlivých termínech byla křivka rychlosti růstu přibližně stejná. Výsledky našich měření jsou v souladu s literaturou (Vrzal, 1985; Petr, 1980). Podle citovaných autorů byl průběh křivek závislý na ranosti pozorovaného hybridu.

Nárůst hmoty jednotlivých částí rostlin uvádějí tab. V a VII. Hmotnost sušiny listů v jednotlivých fázích dozrávání byla vyrovnaná u všech sledovaných skupin hybridů, což je dáno obdobím intenzivního růstu (do fáze metání). Nárůst suché hmotnosti stonku vyjadřuje opačnou závislost než nárůst kvalitativní složky

V. Nárůst sušiny listů (g/rostlina) v období dozrávání kukuřice podle počtu dnů od počátku vegetace – Dry matter increase of leaves (g/plant) during maize ripening according to the number of days from the beginning of the growing season

FAO	128	134	144	155	163	172	182
200–220	18	–	18	19	18	18	18
230–250	–	22	22	22	22	20	20
260–280	–	24	21	21	20	20	20

VI. Nárůst sušiny stonků (g/rostlina) v období dozrávání kukuřice podle počtu dnů od počátku vegetace – Dry matter increase of stems (g/plant) during maize ripening according to the number of days from the beginning of the growing season

FAO	128	134	144	155	163	172	182
200–220	64	–	59	56	56	40	45
230–250	–	58	53	58	58	47	43
260–280	–	69	67	61	57	51	49

VII. Nárůst sušiny palic (g/rostlina) v období dozrávání kukuřice podle počtu dnů od počátku vegetace – Dry matter increase of spadices (g/plant) during maize ripening according to the number of days from the beginning of the growing season

FAO	128	134	144	155	163	172	182
200–220	64	–	84	93	99	116	119
230–250	–	63	79	87	94	109	111
260–280	–	60	76	90	103	118	118

VIII. Nárůst zelené hmoty rostlin (g/rostlina) v období dozrávání kukuřice podle počtu dnů od počátku vegetace – Green matter increase of plants (g/plant) during maize ripening according to the number of days from the beginning of the growing season

FAO	128	134	144	155	163	172	182
200–220	671	–	752	665	653	561	474
230–250	–	730	795	766	704	675	502
260–280	–	722	804	748	716	695	531

(zrna). Hodnoty CGR u stonku dosahovaly v období dozrávání převážně záporných hodnot. Tento jev je možné vysvětlit přesunem živin z vegetativní části rostliny do generativních orgánů (zrna).

Nárůst suché hmoty palic byl v přímé korelaci s nárůstem hmotnosti zrna. V průběhu dozrávání byl zaznamenán plynulý nárůst hmoty palic u všech skupin hybridů.

Nárůst zelené biomasy rostlin v období dozrávání kukuřice podává tab. VIII. V průběhu vegetace do fáze počátku mléčné až mléčné voskové zralosti došlo k nárůstu hmotnosti rostlin, vlivem dozrávání se zvýšila sušina, ale u zelené hmotnosti rostlin byl zaznamenán pokles.

LITERATURA

- Fuksa P. (1997): Vliv složení jetelovínotravní směsi na výnosy a kvalitu píce. [Diplomová práce.] Praha.
Petr J. et al. (1988): Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Praha, SZN.
Vrzal J. (1985): Studium některých prvků produkční analýzy silážní kukuřice. [Kandidátská dizertace.] Praha.
Volodarskij J. J. (1975): Biologičeskije osnovy vozdelivanija kukuruza. Kolos: 117–140.

Došlo 21. 5. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav Vrzal, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 30 39, fax: 02/20 92 16 39

KVALITA NADZEMNEJ BIOMASY LÁSKAVCA (*AMARANTHUS MANTEGAZZIANUS* L.) PO OZIMNEJ MEDZIPLODINE TRITIKALE

QUALITY OF ABOVE-GROUND BIOMASS OF AMARANTH (*AMARANTHUS MANTEGAZZIANUS* L.) AFTER WINTER INTERCROP TRITICALE

H. Gregorová

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In the years 1992 to 1994 the quality of amaranth *Amaranthus mantegazzianus* L., the Elbrus variety, cultivated after winter intercrop triticale Dagro was investigated. Trials were performed in irrigation-free conditions of south Slovakia, experimental station of Slovak University of Agriculture Nitra-Dolná Malanta. The site belongs to warm and moderate arid climatic region with average annual sum of precipitation 561 mm, for the growing season 327 mm. Average daily air temperature is 9.7 °C, for the growing season 16.2 °C. Soil of experimental site is loam, in the subsoil horizon clay loam luvisol with medium content of humus and high content of nutrients. Amaranth was seeded after harvest of winter intercrop in the second half of May, only in 1992 at the beginning of June in two row spacings (0.375 and 0.500 m). After full emergence plants were singled to 400 thousand of plants per 1 ha and the stand was hoed twice during the growing season. Amaranth produced 3.79 to 8.54 t.ha⁻¹ of dry matter, higher yields were obtained under row spacing of 375 mm (Tab. III). Very low yields in 1993 were connected with delayed emergence (for strong overdrying of soil profile during growth of triticale amaranth started to emerge at the beginning of July), growth and development in conditions of shortening day and with approximately lower average daily temperatures by 4 °C during growing season of amaranth compared with the years 1992 and 1994 (Tab. II). The content of main nutrients in different organs of amaranth (Tab. V), the content of nutrients including microelements in the time of harvest at the onset of anthesis (Tab. IV), changes in qualitative indicators during ontogenesis of amaranth (Tab. VI), withdrawal of nutrients by harvest (Tab. VII) and the effect of row spacing on the content of main nutrients were investigated (Fig. 1). On average of experimental years amaranth in 1 kg of dry matter contained 129.93 g crude protein, 221.30 g fibre, 38.40 g fats, 3.66 g NO₃-N, 3.48 g P, 20.03 g Ca, 9.21 g Mg, 35.53 g K and 0.37 g Na. High content of K was compensated by high content of bivalent cations of Ca and Mg, and therefore the values of tetanic ratio were low (Tab. IV). During ontogenesis of amaranth the content of crude protein, amino acids and mineral elements was falling, while the fibre content was increasing. The effect of row spacing on the content of main nutrients was not unambiguous (Fig. 1). Above-ground biomass of amaranth on average for experimental years withdrew from 1 ha: 140.7 kg N, 23.57 kg P, 135.62 kg Ca, 62.32 kg Mg, 240.50 kg K and 2.49 kg Na. Of the microelements this ranged from 0.2 g (Cd) to 961.5 g (Fe) per 1 ha. It can be said that the quality of above-ground biomass of amaranth is in many indicators comparable with the quality of our most important fodder crop – lucerne.

Keywords: amaranth; yield; above-ground biomass; crude protein content; fibre content; mineral elements; microelements

ABSTRAKT: Kvalita láskavca *A. mantegazzianus* L., odrody Elbrus sa hodnotila podľa obsahu N-látok, vlákniny, aminokyselín, minerálnych prvkov a mikroelementov. Láskavec sa pestoval po ozimnej medziplodine tritikale Dagro v rokoch 1992 až 1994 pri dvoch medziriadkových vzdialenostiach 0,375 a 0,500 m. Štatisticky sa potvrdil vysokopreukazný vplyv rokov a medziriadkovej vzdialenosti na úrodu sušiny. Maximálna úroda sušiny sa dosiahla v roku 1994 (8,54 t.ha⁻¹) a pri užších medziriadkoch (v priemere 6,77 t.ha⁻¹). Kvalitu nadzemnej biomasy priamo ovplyvnil podiel listov na úrode (maximálny obsah N-látok, Ca, Mg, Na a najmenší obsah vlákniny). Počas ontogenézy klesal v rastlinách obsah N-látok, aminokyselín, minerálnych prvkov a narastal obsah vlákniny. Obsah mikroelementov bol 4,4krát (Cu) až 12,5krát (Pb) menší, ako sú maximálne prípustné hodnoty pre objemové krmivá. Úrodou nadzemnej biomasy láskavec odčerpá v priemere rokov 140 kg N, 23 kg P, 135 kg Ca, 62 kg Mg, 240 kg K a 2,5 kg Na.

Kľúčové slová: láskavec; úroda; nadzemná biomasa; obsah N-látok; obsah vlákniny; minerálne prvky; mikroelementy

ÚVOD

Kvalita krmu láskavca je determinovaná obsahom živín v pôde a podmienkami ich príjmu rastlinami, rastovou fázou v čase zberu, organizáciou porastu a s tým súvisiacim podielom častí rastliny na úrode, poveternostnými podmienkami, ako i ďalšími faktormi a vplyvmi.

Nepriamym ukazovateľom kvality krmu a stráviteľnosti láskavca je morfológické zloženie úrody, t. j. podiel rastlinných orgánov na úrode (Cervantes, 1990). Vysoký podiel listov na úrode pozitívne ovplyvňuje obsah N-látok a bielkovín, stráviteľnosť organickej hmoty, obsah Ca a Mg v nadzemnej biomase láskavca a podieľa sa na znižovaní obsahu K, nitrátov a vlákniny v úrode (Jamriška, 1993; Fedosejeva et al., 1997). Zistil sa negatívny vzťah medzi výškou porastu a podielom listov na úrode (Jamriška, 1993), medzi hodnotami pomeru listov ku stonkám a výškou úrody láskavca (Mohideen, Muthukrishnan, 1980).

Krm láskavca sa vyznačuje vysokým obsahom N-látok a minerálnych prvkov a nízkym obsahom vlákniny (Cervantes, 1990; Černov, 1992; Jamriška, 1993; Škultéty et al., 1993 ai.).

Obsah N-látok sa v sušine láskavca *A. hypochondriacus* pohyboval v závislosti od fenologickej fázy v čase zberu od 157,1 do 252,6 mg.g⁻¹ sušiny a bol porovnateľný s lucernou siatou (Škultéty et al., 1993). Na druhové a odrodové diferencie v obsahu N-látok v rozpätí 112 až 188 mg.g⁻¹ sušiny poukazuje Ficev (1997). Prokopenko (1997) vydeľuje druhy a odrody láskavca s vysokým, stredne vysokým a nízkym obsahom N-látok v sušine. Vysoký obsah mala ruská odroda Elbrus, ukrajinská odroda Atlant a americká odroda K 32/2. Citovaný autor zistil, že listy postavené vyššie na rastline majú vyšší obsah N-látok ako listy spodné, hlavne zásluhou nebielkovinového dusíka. Obsah N-látok v listoch a celých rastlinách láskavca počas ontogenézy klesá a súčasne narastá obsah vlákniny (Cervantes, 1990; Gregorová, 1993). V čase na začiatku tvorby súkvetí však obsah vlákniny spravidla neprekračuje hodnotu 200 mg.g⁻¹ sušiny (Kuchareva, Loban, 1997; Ficev, 1997). Z minerálnych prvkov je to predovšetkým vysoký obsah Ca (15,20 až 29,06 mg), K (26,20 až 37,71 mg), P (1,84 až 6,94 mg) a Mg (4,40 až

5,10 mg) v 1 g sušiny, čo je viac ako pri lucerne satej (Škultéty et al., 1993). V porovnaní s lucernou siatou mal láskavec vyšší obsah popola (138,3 až 213,8 mg) a podstatne menší obsah Na (0,20 až 0,53 mg) v 1 g sušiny. Prístupných prameňov, referujúcich o obsahu mikroelementov v láskavci, je málo (Cervantes, 1990; Fedosejeva et al., 1997). Skôr sa objavujú články upozorňujúce na možnosť kumulácie ťažkých kovov v rastlinách láskavca na kontaminovaných pôdach (Kóňa, 1996). V príspevku hodnotíme kvalitu láskavca pestovaného v slede po zbere ozimnej medziploidy tritikale.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v rokoch 1992 až 1994 na pozemkoch Experimentálnej bázy AF SPU Nitra-Dolná Malanta. Stanovište patrí do teplej a mierne suchej klimatickej oblasti s ročným úhrnom zrážok 561 mm, za vegetačné obdobie 327 mm. Priemerná ročná teplota je 9,7 °C, za vegetačné obdobie 16,2 °C. Prehľad poveternostných podmienok v rokoch 1992 až 1994 uvádzame v tab. I, počas vegetácie láskavca v tab. II.

Pôda pokusného stanovišta je hlinitá, v podorníči ílovito-hlinitá hnedozem s pH v ornici 5,36, v podorníči 6,37 a s vysokým obsahom živín.

Sejba láskavca *Amaranthus mantegazzianus*, odrody Elbrus sa uskutočnila po zbere ozimnej medziploidy tritikale Dagro v druhej polovici mája, len v roku 1992 na začiatku júna. Láskavec sa vysieval ručne na medziradkovú vzdialenosť 0,375 a 0,500 m. Počas rastu sme láskavec vyjednotili na 400 tis. jedincov na 1 ha a porast dvakrát okopali. Zber láskavca prebehol na začiatku kvitnutia. Počas rastu láskavca sme odoberali vzorky na sledovanie tvorby biomasy, morfológického zloženia úrody a jej kvalitu. Rastliny sme analyzovali na obsah N-látok (Kjeldahlova metóda), aminokyselín (aminoanalyzátor), vlákniny (fibertec-systém), Ca a Mg (komplexometricky), K a Na (plamenný fotometer), P (spektrálny fotometer) a mikroelementov Zn, Cu, Fe, Mn, Cd, Pb (metóda atómovej absorpčnej spektrofotometrie).

I. Poveternostné podmienky v pokusných rokoch – Weather conditions in experimental years

Rok ¹	Mesiac ³	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	3.-5.	5.-8.
Dlhodobý priemer ²	teploty ⁴	-1,7	0,5	4,7	10,1	14,8	18,3	19,7	19,2	15,4	10,1	4,9	0,5	9,9	18,0
	zrážky ⁵	31,0	32,0	33,0	43,0	55,0	70,0	64,0	58,0	37,0	41,0	54,0	43,0	131,0	247,0
1992	teploty	0,1	2,9	5,0	10,9	16,2	19,5	22,2	24,5	15,8	8,6	4,4	-0,2	10,7	20,6
	zrážky	11,1	9,9	49,2	31,6	19,9	43,9	60,5	1,4	40,0	72,6	31,9	87,3	100,7	125,7
1993	teploty	-3,4	-2,3	4,0	10,7	17,9	18,1	18,5	20,0	14,8	11,3	-1,6	1,8	10,8	18,6
	zrážky	23,4	14,2	12,0	15,8	15,4	41,4	75,3	52,0	41,2	106,8	48,6	82,6	43,2	184,1
1994	teploty	3,1	1,4	7,3	10,6	15,2	18,7	23,1	21,4	16,6	8,3	5,8	1,7	11,0	19,6
	zrážky	37,3	9,9	23,9	93,7	109,9	29,4	33,1	59,8	110,0	111,6	30,4	28,0	227,5	232,2

¹year, ²long-term average, ³month, ⁴temperatures, ⁵precipitation

Ukazovateľ ¹		1992	1993	1994
Priemerné denné teploty od 1. 3. po zber tritikale ²	(°C)	10,5	10,6	9,9
Priemerné denné teploty od sejby po zber láskavca ³	(°C)	21,7	17,8	21,3
Priemerné denné teploty v mesiacoch júl až august ⁴	(°C)	23,5	19,2	22,5
Zrážky od 1. 3. po zber tritikale ⁵	(mm)	99,3	37,5	130,4
Zrážky od sejby po zber láskavca ⁶	(mm)	108,8	195,0	190,4
Zrážky v mesiacoch júl až august ⁷	(mm)	61,9	127,3	92,9

¹indicator, ²average daily temperatures from March 1 to triticale harvest, ³average daily temperatures from amaranth seeding to harvest, ⁴average daily temperatures in months July to August, ⁵precipitation from March 1 to triticale harvest, ⁶precipitation from amaranth seeding to harvest, ⁷precipitation in months July to August

Z úrod sušiny a obsahu hlavných živín sme vypočítali ich odber úrodou. Z ekonomických dôvodov sme niektoré chemické analýzy robili len pri medziriadkovej vzdialenosti 0,375 m, prípadne len v roku 1992.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V našich pedoklimatických podmienkach produkoval láskavec *A. mantegazzianus* po ozimnej medziplodine tritikale 24 až 50 t.ha⁻¹ zelenej hmoty, resp. 3,8 až 8,8 t.ha⁻¹ sušiny (tab. III). Na výšku úrod vysoko-preukazne vplývali roky pestovania a organizácia porastu. Vyššie priemerné úrody sušiny sa dosiahli pri užších medziriadkoch (0,375 m). Nepriaznivé vlhové pomery počas jarného rastu tritikale v roku 1993 so silným presušením pôdneho profilu zapríčinili, že láskavec začal vychádzať až na začiatku júla a vyvíjal sa v podmienkach skracujúceho sa dňa. To sa prejavilo na rýchlosti vývoja, výške rastlín a produkcii biomasy. Rastliny tvorili súkvetia o 15 dní skôr ako v roku 1992 a 1994 a dosahovali 65 % výšky roku 1992, resp. len 55 % výšky roku 1994. Získané úrody boli veľmi nízke a tvorili 53 % úrody z roku 1992, resp. 44 % úrody z roku 1994. Na veľmi nízkych úrodách v roku 1993 sa okrem dĺžky dňa spolupodieľali nižšie priemerné denné

teploty počas vegetácie láskavca (približne o 4 °C) a v mesiacoch júl až august (tab. II).

Rozdielne podmienky pre rast a vývoj láskavca v jednotlivých rokoch ovplyvnili morfológické zloženie úrody, t. j. podiel rastlinných orgánov na úrode biomasy (tab. IV). Listy tvorili 25,8 až 43,9% podiel na úrode, najvyšší v roku 1993, stonky 49,3 až 71,0% podiel, najvyšší v roku 1992 a súkvetia 3,2 až 7,0% podiel, najvyšší v roku 1994. V čase zberu po 80 dňoch vegetácie mali listy láskavca v porovnaní so stonkami a súkvetiami najvyšší obsah N-látok, Ca, Mg a Na a najmenší obsah vlákniny, v stonkách bol najvyšší obsah K a vlákniny a súkvetia mali najviac sušiny a P (tab. V). Výsledky chemických analýz nadzemných orgánov láskavca korešpondujú s údajmi z literatúry (Škultéty et al., 1993) a s výnimkou N-látok i s výsledkami, ktoré uvádza Jamriška (1994), že najviac N-látok nie je v listoch, ale v súkvetiach. Vychádzajúc z chemického zloženia rastlinných orgánov a z morfológického zloženia úrody v sledovaných rokoch sme očakávali najvyšší obsah N-látok, P, Ca, Mg a Na a najmenší obsah K v roku 1993. V obsahu P (6,99 mg.g⁻¹ sušiny), Ca (24,28 mg.g⁻¹ sušiny), Mg (12,40 mg.g⁻¹ sušiny) a Na (0,50 mg.g⁻¹ sušiny) sa naše očakávania potvrdili, nepotvrdili sa v obsahu N-látok (vyšší bol v roku 1992) a K, ktorého obsah bol v tomto roku najvyš-

III. Úroda zelenej hmoty a sušiny láskavca pestovaného po ozimnej medziplodine – Yield of green matter and dry matter of amaranth cultivated after winter intercrop

Ukazovateľ ¹	Medziriadková vzdialenosť ⁵ (mm)	Rok ⁶			
		1992	1993	1994	$\bar{x}$
Úroda zelenej hmoty ² (t.ha ⁻¹)	0,375	41,50	24,09	49,50	38,36
	0,500	33,70	26,55	50,00	36,75
	$\bar{x}$	37,60	25,32	49,75	37,56
Úroda sušiny ³ (t.ha ⁻¹)	0,375	7,74	3,78	8,79	6,77
	0,500	6,53	3,79	8,28	6,20
	$\bar{x}$	7,14	3,79	8,54	6,49
Výška porastu ⁴ (m)	0,375	1,150	0,772	1,358	1,093
	0,500	1,168	0,741	1,386	1,098
	$\bar{x}$	1,159	0,756	1,372	1,096

Hd p (úroda sušiny³) = 0,01; roky⁶ = 0,78224; medziriadková vzdialenosť⁵ = 0,52933

¹indicator, ²green matter yield, ³dry matter yield, ⁴height of stand, ⁵row spacing, ⁶year

IV. Obsah organických látok a minerálnych prvkov v nadzemnej biomase lúskavca a podiel častí rastlín na úrode sušiny (medziriadky 0,375 m) – The content of organic substances and mineral elements in amaranth above-ground biomass and proportion of plant parts on dry matter yield (row spacings 0.375 m)

Obsah ¹	Ukazovateľ ⁴	Rok ¹¹			$\bar{x}$
		1992	1993	1994	
mg.g ⁻¹ sušiny ²	N-látky ⁵	153,70	119,70	113,40	129,93
	vláknina ⁶	228,70	215,30	220,00	221,30
	tuky ⁷	–	25,80	30,10	38,40
	NO ₃ -N	3,91	1,45	4,38	3,66
	P	2,10	6,99	3,19	3,48
	Ca	21,97	24,28	16,50	20,03
	Mg	8,38	12,40	8,56	9,21
	K	36,19	39,64	33,17	35,53
	Na	0,29	0,50	0,38	0,37
	Ca : P	10,46	3,47	5,17	5,76
mg.kg ⁻¹ sušiny	Ca : Mg	2,62	1,96	1,93	2,17
	K : (Ca + Mg)	1,19	1,08	1,32	1,22
	Zn	38,67	37,97	23,65	32,04
	Cu	12,15	11,39	10,45	11,27
	Fe	116,03	286,44	103,40	142,28
	Mn	57,46	54,79	53,35	55,18
Podiel ³ (%)	Cd	0,03	0,02	0,02	0,02
	Pb	0,30	3,88	1,85	1,63
	listy ⁸	25,78	43,89	32,48	34,03
	stonky ⁹	71,02	49,30	60,52	60,28
	súkvetia ¹⁰	3,19	6,82	7,03	5,67

¹content, ²dry matter, ³proportion, ⁴indicator, ⁵crude protein, ⁶fibre, ⁷fats, ⁸leaves, ⁹stems, ¹⁰inflorescences, ¹¹year

V. Obsah živín v častiach rastliny na začiatku kvitnutia (1992; medziriadky 0,375 m) – Nutrient content in plant parts at the onset of anthesis (1992; row spacings 0.375 m)

Časť rastliny ¹	Obsah ⁵ (mg.g ⁻¹ sušiny ⁶)						
	celkom ⁷	N-látky ⁸	vláknina ⁹	Ca	P	Mg	K
Listy ²	240,8	245,6	81,8	30,0	4,0	12,2	31,9
Stonky ³	185,6	134,2	219,6	19,9	2,5	8,7	41,7
Súkvetia ⁴	441,6	216,0	167,8	8,4	4,8	6,6	24,0

¹part of plant, ²leaves, ³stems, ⁴inflorescences, ⁵content, ⁶dry matter, ⁷total, ⁸crude protein, ⁹fibre

ši, a to i napriek najvyššiemu podielu listov a najmenšiemu podielu stoniek na úrode sušiny. V priemere pokusných rokov zistený obsah N-látok 129,9 mg.g⁻¹ sušiny spadá do rozpätia, ktoré uvádza Ficev (1997), a je nižší, ako zistili pri *A. hypochondriacus* Škultéty et al. (1993). Priemerný obsah vlákniny neprekročil požiadavku na obsah v objemových krmivách a bol nižší, ako pri lucerne sietej zberanej v rovnakej rastovej fáze uvádzajú Šimko, Gregorová (1996). V 1 g sušiny bol priemerný obsah Mg ($\bar{x}$ = 9,12 mg), K ($\bar{x}$ = 35,53 mg) a P ($\bar{x}$ = 3,48 mg) vyšší, naopak Ca ($\bar{x}$ = 20,03 mg) a Na ($\bar{x}$ = 0,37 mg) nižší, ako uvádzajú pri lucerne sietej spomínaní autori. Zistený obsah tukov ($\bar{x}$ = 38,4 mg.g⁻¹ sušiny) bol v lúskavci *A. mantegazzianus* vyšší, ako pri *A. hypochondriacus* 1008 publikovali Škultéty et al.

(1993), obsah Ca, P, K a Na bol na porovnateľnej úrovni, len obsah Mg bol v našom pokuse takmer o 100 % vyšší v dôsledku vysokého obsahu Mg v pôde. Zistený obsah K síce považujeme už za veľmi vysoký pri monodiétnom kŕmení, značne však zaostával za hodnotami, ktoré uvádza Jamriška (1994), a bol kompenzovaný vysokým obsahom Ca a Mg. Pomer K : Ca + Mg (tetanický faktor) dosiahol priemernú hodnotu 1,22. Hodnoty pomeru Ca : P vysoko prekračovali požiadavku 1,5 až 2,0 v kŕmnych dávkach, priemerná hodnota pomeru Ca : Mg bola na úrovni požiadaviek (2,2 až 3,2).

Obsah mikroelementov vrátane ťažkých kovov bol rozdielny v jednotlivých rokoch. S výnimkou Pb bol v dôsledku zriedovacieho efektu v roku 1994 najnižší. V roku 1993 mali rastliny lúskavca viac ako dvojnás-

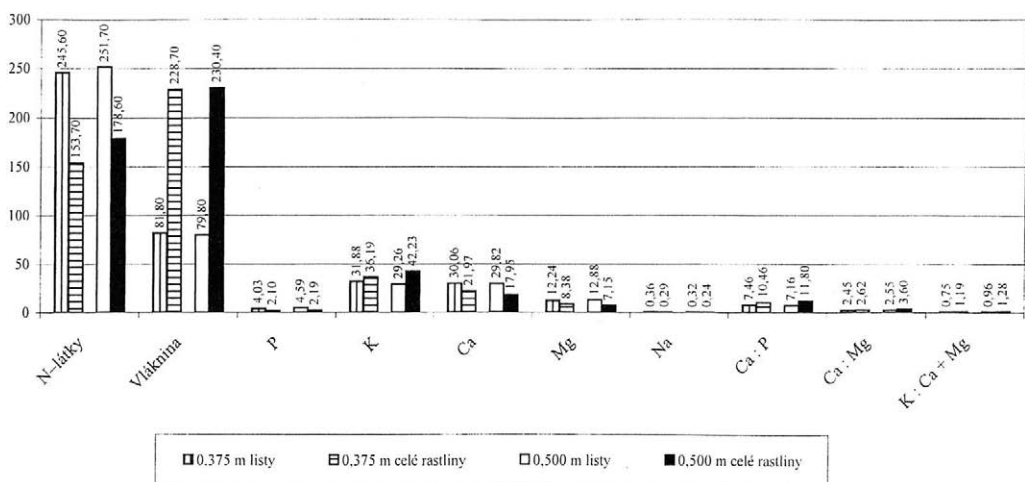
VI. Zmeny kvalitatívnych ukazovateľov láskavca počas ontogenézy (medziriadky 0,375 m) – Changes in qualitative indicators of amaranth during ontogenesis (row spacings 0.375 m)

Ukazovateľ ¹	Rok ¹⁰								
	1992			1993			1994		
	počet dní vegetácie ¹¹								
	40	60	80	40	60	80	40	60	80
Sušina ² (%)	9,42	15,28	18,65	17,40	14,86	15,76	14,03	15,18	17,35
Obsah ³ (mg.g ⁻¹ sušiny ¹²)									
N-látky ⁴	283,3	148,4	153,7	151,1	146,1	119,7	188,9	140,2	126,2
Vláknina ⁵	152,5	176,8	228,7	–	–	–	102,5	185,9	212,3
Ca	27,88	23,38	21,97	27,93	27,19	24,28	26,17	24,48	16,23
P	5,05	3,15	2,10	3,90	6,04	6,99	3,95	3,53	2,83
Mg	12,84	11,31	8,38	6,98	12,31	12,40	10,44	8,29	8,05
K	58,80	44,75	36,19	39,92	41,46	39,64	41,98	44,35	36,48
Na	0,46	0,32	0,29	0,45	0,48	0,50	0,49	0,48	0,42
Podiel listov ⁶ (%)	53,94	38,43	25,78	61,71	55,00	43,88	65,00	48,77	37,17
Aminokyseliny spolu ⁷ (mg.g ⁻¹ sušiny)	123,38		81,28						
Esenciálne aminokyseliny ⁸ (mg.g ⁻¹ sušiny)	60,90		38,14						
% EAK z celkových aminokyselín ⁹	49,35		46,92						

¹indicator, ²dry matter, ³content, ⁴crude protein, ⁵fibre, ⁶proportion of leaves, ⁷amino acids in total, ⁸essential amino acids, ⁹% EAA of total amino acids, ¹⁰year, ¹¹number of days during growing season

sočne vyšší obsah Fe a niekoľkonásobne vyšší obsah Pb. Vyšší obsah Fe môže súvisieť s lepším olistením, najvyšší obsah Pb s bezprostrednou blízkosťou pokusného miesta s cestnou komunikáciou v tomto roku. Je známe, že až 60 % Pb rastliny prijímajú z atmosféry,

z toho podstatná časť sa nachádza na povrchu vegetatívnych orgánov (Facek, 1990). Priemerný obsah mikroelementov v žiadnom prípade neprekročil hodnoty, ktoré sú uvádzané ako maximálne prípustné pre objemové krmoviny (Zn = 250, Cu = 50, Fe = 1250, Mn = 250,



I. Vplyv medziriadkovej vzdialenosti na obsah živín v láskavci na začiatku kvitnutia (1992) – The effect of row spacing on the nutrient content in amaranth at the onset of anthesis (1992)

N-látky – crude protein

vláknina – fibre

os x: ukazovateľ (mg.kg⁻¹ sušiny) – x axis: indicator (mg.kg⁻¹ of dry matter)

listy – leaves

celé rastliny – whole plants

Ukazovateľ ¹	Rok ³			$\bar{x}$
	1992	1993	1994	
N-látky ² (kg.ha ⁻¹)	1 189,60	452,47	996,74	879,60
N (kg.ha ⁻¹)	190,34	72,39	159,49	140,74
P (kg.ha ⁻¹)	16,25	26,42	28,04	23,57
Ca (kg.ha ⁻¹)	170,05	91,78	145,04	135,62
Mg (kg.ha ⁻¹)	64,86	46,87	75,24	62,32
K (kg.ha ⁻¹)	280,11	149,84	291,56	240,50
Na (kg.ha ⁻¹)	2,24	1,89	3,34	2,49
Zn (g.ha ⁻¹)	299,3	143,5	206,7	216,5
Cu (g.ha ⁻¹)	94,0	43,1	91,9	76,3
Fe (g.ha ⁻¹)	898,1	1 082,7	903,7	961,5
Mn (g.ha ⁻¹)	444,7	207,1	468,9	373,6
Cd (g.ha ⁻¹)	0,2	0,1	0,2	0,2
Pb (g.ha ⁻¹)	2,3	14,7	16,2	11,1

¹indicator, ²crude protein, ³year

Pb = 10, Cd = 0,2 mg.g⁻¹ sušiny). Zistené priemerné hodnoty boli 4,4krát (Cu) až 12,5krát (Pb) menšie (Vestník, 1984).

Pri sledovaní dynamiky tvorby nadzemnej biomasy laskavca (Gregorová, 1996) sme v 20dňových intervaloch prvýkrát na začiatku intenzívneho rastu analyzovali rastliny na obsah niektorých živín (tab. VI). Z výsledkov rezultuje postupné zvyšovanie obsahu sušiny a vlákny počas ontogenézy laskavca a súčasne znižovanie obsahu N-látok, aminokyselín a minerálnych prvkov. Týmto pravidelnosť sa vymyká rok 1993, keď laskavec rástol v odlišných podmienkach. Magomedov et al. (1997) upozorňujú, že zníženie osvetlenia v období intenzívneho rastu rastlín s C₄-typom fotosyntézy sa negatívne odráža na produkčnom procese a osvojovaní dusíka. Obdobie intenzívneho rastu v roku 1993 bolo približne o mesiac neskôr ako v rokoch 1992 a 1994 (druhá polovica augusta až september), čím možno sčasti vysvetliť najnižší obsah N-látok v tomto roku, a to i napriek najvyššiemu podielu listov na úrode sušiny.

Na začiatku intenzívneho rastu mal laskavec vysoký obsah celkových aminokyselín, z toho esenciálne aminokyseliny tvorili 49,35% podiel. Počas ontogenézy za 40 vegetačných dní obsah celkových a esenciálnych aminokyselín poklesol takmer o jednu tretinu, avšak podiel esenciálnych aminokyselín bol na ich celkovom obsahu relatívne stály.

Výsledky kvalitatívnych zmien počas ontogenézy laskavca sú v súlade s literatúrou. Carlsson (1992) referuje o možnosti použitia mladých rastlín laskavca na výrobu bielkovinových koncentrátov s vysokým obsahom β -karoténu, vitamínov B, Fe a Ca ako doplnku do kŕmnych dávok hospodárskych zvierat.

Vplyv medziriadkovej vzdialenosti na obsah živín sme posudzovali len v roku 1992 (obr. 1). Neboli zis-

tené väčšie diferencie v obsahu N-látok, vlákny, Ca a Mg vplyvom organizácie porastu v listoch, obsah P bol o 14 % vyšší, Na o 11 % a K o 8 % nižší pri širších medziriadkoch. Celé rastliny boli pri medziriadkovej vzdialenosti 0,500 m bohatšie na N-látky (o 16 %), P (o 4 %) a K (o 17 %) a mali nižší obsah Ca (o 18 %), Mg (o 15 %) a Na (o 17 %). Vyšší obsah N-látok pri širších medziriadkoch v zhode s našimi výsledkami uvádza Jamriška (1993), aj keď účinok organizácie porastu nedosiahol úroveň štatistickej významnosti.

Z úrody sušiny a obsahu hlavných živín a mikroprvkov sme vypočítali ich odber úrodou nadzemnej biomasy (tab. VII). Za tri mesiace vegetácie odobral laskavec *A. mantegazzianus*, pestovaný po ozimnej medzplodine, z 1 ha v priemere troch rokov 140 kg N (879 kg N-látok), 23 kg P, 135 kg Ca, 62 kg Mg, 240 kg K a 2,5 kg Na. Odber mikroelementov bol v rozpätí 0,2 g (Cd) až 961 g (Fe) na 1 ha. Za povšimnutie stojí veľmi vysoký odber K a Ca, ale aj Mg, preto sa laskavec často odporúča na melioratívne účely (Magomedov, 1992).

LITERATÚRA

- Carlsson R. (1992): Quantity and quality of green biomass and grains of *Amaranthaceae* and *Chenopodiaceae* species. LEAF, LEAF nutrient concentrate and seed. In: Abstr. Pap. Amaranth as a food, forage and medicinal culture, Olomouc, Nitra. 34 s.
- Cervantes S. J. M. (1990): Amaranth (*Amaranthus* ssp.) as a forage. In: Amaranth – perspectives on production, processing and marketing, Minnesota: 47–54.
- Černov I. A. (1992): Amaranth – fiziologo-biochemické osnove introdukcii. Izd. Univ. Kazaň. 89 s.
- Facek Z. (1990): Vstupy cizorodých látok do životného prostredia. Rostl. Výr., 36: 337–344.
- Fedosejeva G. P., Okonešnikova T. F., Bagautdinova R. I., Chalataj O. V. (1997): Amaranth chvostatý: systematika, rast i rozvíjanie, fiziologo-biochemické osobnosti, chozajstvennaja cennost'. In: Zbor. 2. mezin. Symp. Novye i netradicionnyje rastenija i perspektivy ich praktičeskogo ispolzovanija, Puščino: 167–169.
- Ficev A. I. (1997): Charakteristika zeljonoj massy različnych sortov amaranta. In: Zbor. 2. mezin. Symp. Novye i netradicionnyje rastenija i perspektivy ich praktičeskogo ispolzovanija, Puščino: 143–144.
- Gregorová H. (1993): Vplyv rastovej fázy na zmeny nutričnej hodnoty amarantha. In: Zbor. Výživná hodnota krmív a vplyv na kvalitu živočišných produktov, Nitra: 285–288.
- Gregorová H. (1996): Tvorba nadzemnej biomasy laskavca (*Amaranthus mantegazzianus* L.) po ozimnej medzplodine tritikale. Rostl. Výr., 42: 141–144.
- Jamriška P. (1990): Účinok organizácie porastu na úrodu laskavca (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Rostl. Výr., 36: 889–896.
- Jamriška P. (1993): Výskum pestovateľskej technológie amaranthusu (laskavca). [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV. 36 s.

- Jamriška P. (1994): Úroda krmu vybraných odrôd láskavca po zbere na začiatku kvitnutia. Rostl. Výr., 40: 985–995.
- Kóna J. (1996): Kumulácia ťažkých kovov láskavcom. In: Zbor. Biologizácia rastlinnej výroby V. a VI. Nitra: 120–123.
- Kuchareva L. V., Loban S. E. (1997): Biológia i trebovanija k uslovijam proizrastanija nekotorych vidov amaranta. In: Zbor. 2. mezin. Symp. Novyje i netradicionnyje rastenija i perspektivy ich praktičeskogo ispolzovanija, Puščino: 106–107.
- Magomedov I. M. (1992): Amaranth as component of organic agriculture. In: Abstr. Pap. Amaranth as a food, forage and medicinal culture, Olomouc, Nitra. 2 s.
- Magomedov I. M., Šumilova A. A., Fedosejenko A. A., Maslov Ju. I. (1997): Vlijanie nizkoj osveščennosti v period intensivnogo rosta na produktivnost i nakoplenije azota u predstavitelej semejstva *Amaranthaceae* s C₄- i C₃-tipom fotosinteza. In: Zbor. 2. mezin. Symp. Novyje i netradicionnyje rastenija i perspektivy ich praktičeskogo ispolzovanija, Puščino: 51–52.
- Mohideen M. K., Muthukrishnan C. R. (1980): Studies on correlation, multiple regression and path analysis as related to yields of vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*). Proc. 2th Amaranth Conf.: 74–80.
- Prokopenko L. S. (1997): O vozmožnosti ispolzovanija amaranta dľa proizvodstva listovoj muki s povyšennym soderžanijem proteina. In: Zbor. 2. mezin. Symp. Novyje i netradicionnyje rastenija i perspektivy ich praktičeskogo ispolzovanija, Puščino: 133–135.
- Šimko J., Gregorová H. (1996): Porovnanie výživnej hodnoty lucerny sietej a láskavca. In: Zbor. Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku. Sekce A. Nitra, VŠP AF: 216–218.
- Škultéty M., Škultétyová N., Bencová E. (1993): Nutričná hodnota zeleného a konzervovaného amaranthusu. In: Zbor. Biologizácia rastlinnej výroby IV. Nitra: 33–35.
- Vestník MPVŽ SSR (1984): O kontrole výskytu cudzorodých látok v krmivách a ich najvyššom prípustnom množstve, č. 5.

Došlo 3. 8. 1998

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Helena Gregorová, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421 87/60 12 37, fax: 00421 87/41 14 51

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 24 25 39 38

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Journal of Forest Science	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Czech Journal of Food Sciences (Potravinařské vědy)	6

NEKRÓZY OBILEK JEČMENE, KLÍČIVOST A MIKROMYCETY IZOLOVANÉ Z OBILEK

NECROSIS OF BARLEY GRAINS, THE GERMINATION AND FUNGI ISOLATED FROM GRAINS

E. Prokinová

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The assessment of the percent of barley grain with disease symptoms from various growth places were done throughout 1993 to 1997 years. The main symptom was black-point, other diseases symptoms were another dark necrosis, black moulds, *Fusarium* moulds, deformations of grains. Number of diseased grains in the samples was compared with the rainfall throughout May to July. Summary assessment of results from all five years did not give a positive correlation between the percent of diseased grains and the rainfall ($r = 0.0276$). The isolations of microscopic fungi from grain were done. The occurrence of fungi was compared among places of the grains origin. The differences were not statistically important, except the genus *Fusarium* in 1994 and 1996, *Epicoccum purpurascens* in 1994 and *Alternaria tenuissima* in 1994. It was validated that the species of the genus *Alternaria* and *Bipolaris sorokiniana* play a big role in the occurrence of black-point symptom. Fungi of the genus *Alternaria* dominated at the higher rainfall, *B. sorokiniana* preferred drier weather. Neither *Alternaria* spp., nor *B. sorokiniana* affected the germination of barley grains. Other often isolated fungi were *Cladosporium* spp., *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium* spp. From the genus *Fusarium* dominated *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichoides*, less occurred *F. poae*, *F. culmorum*. Comparing of the percent of the individual fungi species with the germination did not give statistically important positive correlation. Nevertheless, it can be said that the higher occurrence of the *Fusarium* species results in lower germination ($r = -0.4191$).

Keywords: barley; grain; seedborne fungi; rainfall; germination

ABSTRAKT: V letech 1993 až 1997 bylo hodnoceno procentuální zastoupení obilí ječmene s příznaky napadení ve vzorcích z různých lokalit. Dominantním příznakem bylo černání špiček, za napadená byla považována i zrna s jinými projevy – povlaky černí, popřípadě hub rodu *Fusarium*, s nekrózami v jiných částech obilky než na špičce, zrna deformovaná. Četnost napadených obilí ve vzorku byla vztažena k množství srážek v daných lokalitách v období květen až červenec. Při souhrnném hodnocení všech sledovaných let nebyla statisticky potvrzena vazba mezi procentuálním zastoupením obilí s příznaky napadení ve vzorku a výší srážek ($r = 0.0276$). Dále byly izolovány mikromycety z obilí jednotlivých vzorků. Výskyt hub byl ověřován z hlediska četnosti zastoupení na jednotlivých lokalitách. Rozdíly nebyly statisticky významné, až na výjimky rodů *Fusarium* v letech 1994 a 1996, *Epicoccum purpurascens* v roce 1994 a *Alternaria tenuissima* v roce 1994. Je zřejmé, že na vzniku příznaku černání špiček ječmene mají značný podíl houby rodu *Alternaria* a *Bipolaris sorokiniana*. Houby rodu *Alternaria* převažovaly při vyšších srážkách, *B. sorokiniana* byla hojnější při sušším počasí. Ani jedna z těchto mikroskopických hub nesnižovala klíčivost zrna. Další často izolované mikromycety byly *Cladosporium* spp., *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium* spp. Z rodu *Fusarium* převažovaly druhy *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichoides*, méně se vyskytovaly druhy *F. poae*, *F. culmorum*. Při porovnávání procentuálního zastoupení jednotlivých mikromycet a klíčivosti v rámci všech hodnocených let nebyla ani v jednom případě zjištěna významná vzájemná vazba. Přesto byla při větším výskytu druhů rodu *Fusarium* klíčivost snížena více než ve vazbě na jiné mikromycety ($r = -0.4191$).

Klíčová slova: ječmen; obilky; mikroskopické houby; srážky; klíčivost

ÚVOD

Nejčastějším příznakem napadení obilí ječmene je tzv. černání špiček. Jde o nekrózy, popřípadě jen pigmentace pletiv osin, pluch i obilí, které vznikají jako reakce na napadení především mikromycetami. Jako původce černání špiček ječmene byla však popsána i bakterie. V této práci nebyly bakterie na osivu před-

mětem studia. Z mikroskopických hub je vznik příznaku připisován především druhům rodu *Alternaria*, hlavně *A. alternata*. Marasas et al. (1990) se domnívají, že jednou z příčin černání špiček obilí ječmene je vyvolání hypersenzitivní reakce v epidermálních buňkách perikarpu fytotoxinem produkovaným houbou *A. alternata*, která osidluje trichomy. *A. alternata* jako původce černání obilí pšenice popisuje Bhowmik (1969).

Cílem práce bylo ověřit podle četnosti zrn s příznaky napadení význam místa původu osiva pro jeho zdravotní stav, resp. zjistit, zda a jaký je vztah mezi množstvím srážek a výskytem nekrotických zrn, a zaznamenat kvantitativní a kvalitativní zastoupení mikromycet na obilkách sklizených v různých lokalitách.

MATERIÁL A METODA

Bylo stanoveno procento obilek s viditelnými příznaky napadení ve vzorku. Za napadené byly považovány obilky s černými špičkami, s nekrozami mimo špičku, dále obilky s povlaky hub rodu *Fusarium*, černěmi a povlaky fuzárií i černí a obilky s barevnými změnami a deformacemi. Vizuální hodnocení vzorků probíhalo každoročně. Hodnoceno bylo v každém vzorku 4 x 100 obilek.

Izolace mikromycet z obilek byly realizovány na agarových plotnách. Byla použita Sboudařova živná půda s kultivací ve tmě při teplotě 22 až 24 °C po dobu 7 až 14 dní. Izolace byly provedeny u každého vzorku ve čtyřech opakováních po 50 obilkách. Izoláty získaných kultur byly pasážovány a následně určeny částečně podle dostupné taxonomické literatury, částečně na pracovištích České sbírky mikroorganismů MU v Brně a na katedře botaniky nižších rostlin PFF UK v Praze. Vzorky pocházely ze šlechtitelských stanic, během vegetace nebyly rostliny fungicidně ošetřovány.

Pro statistické hodnocení byla použita analýza variance a výpočet korelace v programu Excell.

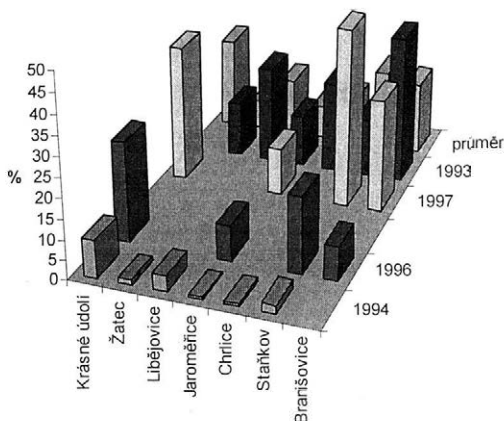
VÝSLEDKY

Vizuální hodnocení

Jako první byly hodnoceny vzorky ze sklizně roku 1993 a byly zjištěny výrazné rozdíly v četnosti viditelně napadených zrn ve vzorcích z různých lokalit: nejméně (3,5 %) napadených zrn ve vzorku z Věrovan, nejvíce (33 %) ve vzorku z Nechanic. Také v letech 1994, 1996 a 1997 byly zaznamenány značné rozdíly v četnosti napadených zrn ve vzorcích různé proveniencie (rozdíly 3,5; 16,6 a 33,4 %). Výsledky znázorňují obr. 1 a 2, ze kterých je patrné, že nejméně byly v jednotlivých letech napadeny vzorky z Jaroměřic, nejvyšší podíl nekrotických zrn byl ve vzorcích z Krásného údolí a Staňkova.

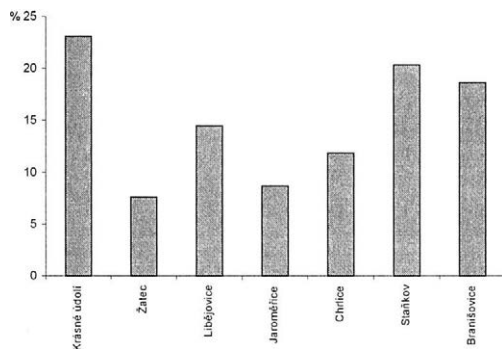
V roce 1995 byly hodnoceny pouze tři vzorky odrůdy Akcent ze tří různých lokalit (Jaroměřice, Krásné údolí, Chrlice). I v tomto případě se procentuální zastoupení obilek s příznaky napadení lišilo podle místa původu vzorku. Žádné napadené obilky nebyly ve vzorku z Jaroměřic, vzorek z Krásného údolí obsahoval 3,75 % a vzorek z Chrlic 1,75 % obilek s příznaky napadení.

Procento viditelně napadených obilek ve vzorcích bylo porovnáváno se srážkovými a teplotními úhrny (tab. I)



1. Procento obilek s příznaky napadení (průměr odrůd) – The percent of grains with disease symptoms (average for varieties)

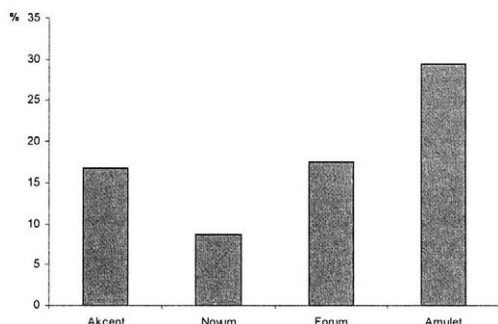
osa x: lokalita – x axis: locality
průměr – average



2. Procento obilek s příznaky napadení (průměr let a odrůd z jednotlivých lokalit) – The percent of grains with disease symptoms (average for years and varieties from different localities)

osa x: lokalita – x axis: locality

v období květen až červenec v daných lokalitách a letech. Naměřené hodnoty ukazují souvislost mezi množstvím srážek a procentem nekrotických obilek ve vzorku. Rozdíly v procentuálním zastoupení obilek s viditelnými příznaky napadení ve vzorcích ze sledovaných lokalit v jednotlivých letech činily 4 až 32 %. Diference mezi vzorky z různých lokalit v letech 1993, 1994 a 1997 byly statisticky průkazné, v roce 1996 byl rozdíl neprůkazný. Četnost zrn s příznakem napadení byla rovněž vztahována k množství srážek v období květen až červenec. V roce 1993 spadlo ve všech oblastech méně srážek, srážky v lokalitách původu vzorků se ve sledovaném období pohybovaly od 140 do 290 mm. V tomto roce byla zjištěna nevýznamná pozitivní korelace ($r = 0,2589$) mezi výší srážek a četností napadení obilek. V roce 1994 nebyla statisticky potvrzena žádná vazba mezi výší srážek a počtem napadených zrn, srážky byly



3. Procento obilí s příznaky napadení (průměr lokalit a let podle odrůd) – The percent of grains with disease symptoms (average for localities and years according to varieties)

osa x: odrůda – x axis: variety

v rozmezí 133 až 233 mm. V roce 1996 se množství srážek pohybovalo mezi 745 až 945 mm. V tomto roce byla závislost nepřímá, tedy čím více srážek, tím menší množství viditelně napadených zrn ($r = -0,5708$). Podobný výsledek byl zjištěn i při statistickém hodnocení v roce 1997 ($r = -0,4461$), kdy se množství srážek pohybovalo v rozmezí 145 až 235 mm.

Hodnotit reakce odrůd nebylo předmětem této práce, přesto lze poukázat na rozdíl v odolnosti odrůd zařazených do sledování vůči černání špiček ječmene. Jako nejméně odolná se ukázala odrůda Amulet (obr. 3), rozdíl však nebyly statisticky průkazné.

Vzorky ze sklizně 1993 byly vytříbeny a byla hodnocena klíčivost obilí bez příznaků napadení, s příznaky napadení a jako kontrolní varianta klíčivost semen původního, nepřebraného vzorku. Současně byl sledován vliv teploty. Nebyla potvrzena závislost mezi četností viditelně napadených obilí ve vzorku a nižší klíčivostí. Nižší klíčivost napadených obilí ve srovnání s obilkami bez příznaků napadení byla zřejmě pouze při teplotě 10 °C, při vyšší teplotě se rozdíl ztrácel. Výsledky jsou shrnuty v tab. II.

Mikrobiologický rozbor osiva

U vzorků ze sklizně roku 1993 byl proveden pouze kvalitativní rozbor, zaměřený na zjištění přítomnosti vybraných mikromycet. Nejnižší klíčivost byla zaznamenána ve vzorku, ze kterého bylo izolováno podstatně větší množství zástupců rodů *Aspergillus* a *Penicillium*. U vzorků s nejvyšší klíčivostí nebyly zjištěny druhy *Alternaria tenuissima* a *Fusarium poae* (Prokinová, Burešová, 1996). V dalších letech byly rozborů vyhodnoceny též kvantitativně a podle možnosti byly u všech izolovaných mikromycet určovány alespoň rody. Až na tři výjimky nebyly zjištěny žádné podstatné rozdíly v osídlení semen mikromycetami v závislosti na odrůdě, a to ani v jednom hodnoceném roce. Výjimkou byla odrůda Forum z lokality Jaroměřice z roku 1996, u níž nebyla zaznamenána žádná kolonie *Rhynchosporium secalis*, zatímco u odrůd Akcent a Amulet bylo izolováno poměrně velké množství této houby. Podobně se ve stejném roce u stejné odrůdy z Krásného údolí vyskytlo větší množství *Bipolaris sorokiniana* než u odrůd Akcent a Amulet. Ze vzorku odrůdy Akcent z roku 1997 z Jaroměřic bylo ve srovnání s odrůdami Forum a Amulet izolováno výrazně větší množství *Epicoccum purpurascens* (tab. III až IV). Rozdíly byly však v četnosti výskytu jednotlivých hub ve vzorcích z různých lokalit, a to ve všech letech. Rozdíl i v celkovém množství mikromycet osidlujících obilky byl zaznamenán pouze u vzorků z roku 1997 (tab. VI až VIII). Výsledky mikrobiologického rozboru byly porovnávány s klíčivostí osiva. Jako příklad lze uvést hodnocení vlivu *Alternaria* spp. Z tab. IX je zřejmé, že druhy rodu *Alternaria* na obilkách se vyskytovaly častěji u vzorků s vyšším podílem nekrotických obilí. Nelze však jednoznačně tvrdit, že jde o přímo úměrnou závislost.

DISKUSE

Při souhrnném hodnocení všech sledovaných let nebyla statisticky potvrzena vazba mezi procentuálním

I. Úhrny srážek a průměrné teploty – Sums of precipitation and average temperatures

Rok ¹	Lokalita ²	Stanice ³		Duben ⁴	Květen ⁵	Červen ⁶	Červenec ⁷	Σ
1993	Jaroměřice		°C	8,96	15,72	16,4	16,96	259,2
			mm	9,1	51,1	105,6	93,4	
	Čáslav		°C	9,67	15,75	16,51	17,29	287,5
			mm	13,5	112,4	87,9	73,7	
	Nechanice		°C	10,1	17	16,7	17,4	215,8
			mm	8,2	33,8	77,6	96,2	
	Libějovice		°C	8,56	14,86	16,16	17,05	212,3
			mm	25,5	31,5	19,4	135,9	
	Staňkov	Plzeň	°C	9,93	15,61	16,55	16,62	246,1
			mm	4,6	27,1	120,4	94	
	Věrovany		°C	9,33	16,67	17,11	17,74	142,6
			mm	2,4	18,4	83,8	38	

Rok ¹	Lokalita ²	Stanice ³		Duben ⁴	Květen ⁵	Červen ⁶	Červenec ⁷	Σ
1993	Chrlice	Brno	°C	10,29	17,15	17,33	18,01	
			mm	3,2	37	107,3	52,2	199,7
	Žatec		°C	10,5	16,01	16,27	16,63	
			mm	4	65,9	83,4	72,3	225,6
1994	Jaroměřice		°C	8,3	13,25	17,08	21,86	
			mm	58	102,3	18,2	30,8	209,3
	Čáslav		°C	8,24	13,77	17,05	21,33	
			mm	26,8	33,4	20,2	53,3	133,7
	Horažďovice		°C	6,9	13	17,2	22,1	
			mm	54,3	44,4	40,5	62,8	202
	Libějovice		°C	7,03	12,38	16,53	20,64	
			mm	54,3	44,4	40,5	62,8	202
	Staňkov	Plzeň	°C	7,52	18,38	16,82	21,53	
			mm	68,5	35,4	46,1	83,6	233,6
1995	Krásné údolí		°C	5,65	11,21	14,72	19,09	
			mm	50,5	58,2	27	42,7	178,4
	Chrlice	Brno	°C	9,42	14,09	17,68	22,49	
			mm	48,4	95,7	27,7	28,2	200
	Žatec		°C	8,84	13,92	17,69	22,06	
			mm	42,8	67,8	14	51,4	133,2
	Staňkov	Přerov	°C	9,43	12,75	14,89	20,89	
			mm	33	51	116,1	87,7	287,8
	Šumperk	Opava	°C	8,43	12,57	16,12	20,93	
			mm	43,5	73,5	122,7	63,9	303,6
1996	Jaroměřice	Přerov	°C	8,7	14,6	17,3	16,5	
			mm	52,9	100,5	78,6	80,4	312,4
	Šumperk	Opava	°C	7,3	13,2	16,8	16,8	
			mm	60,3	131,1	82	51,6	325
	Staňkov	Plzeň	°C	7,6	11,7	16,2	15,6	
			mm	19,7	66,3	98,1	98	282,1
	Krásné údolí		°C	7,1	10,6	14,6	14,3	
1997			mm	15	43,3	78,3	71,4	208
	Chrlice	Brno	°C	9,5	14,9	18	17,6	
			mm	46,8	61,4	77,5	30,1	215,8
	Jaroměřice	Přerov	°C	5,9	14,2	17,5		
			mm	19,4	80,8	73,1	62,5	235,8
	Šumperk	Opava	°C	5,2	14	17,3		
			mm	9,5	57,9	95,6	85	248
	Čáslav		°C	5,9	14,4	17,3		
			mm	33,3	55,3	44,9		
	Staňkov	Plzeň	°C	5	13,6	16,4		
			mm	15,7	14,4	81,6	55,4	167,1
1997	Krásné údolí		°C	4	12	14,5		
			mm	34,7	30,6	46,5		
	Branišovice	Brno	°C	6,7	15	17,9		
			mm	20	44,6	70,1	68,2	202,9
	Žatec		°C	6,9	14,8	17,3		
			mm	23,9	24,8	48,5	48,3	145,5

¹year, ²locality, ³station, ⁴April, ⁵May, ⁶June, ⁷July

Lokalita ¹	Odrůda ²	10 °C			15 °C			22 °C			
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	D
Věrovany	Akcent	98	76	97	100	84	99	98	100	99	4
	Novum	98	–	98	98	–	98	100	99	99	3
Libějovice	Akcent	98	64	76	98	96	97	100	85	97	23
	Novum	98	92	93	86	100	89	86	98	89	26
Staňkov	Akcent	98	60	90	96	76	92	100	80	93	19
	Novum	92	78	90	100	98	100	100	92	98	11
Jaroměřice	Akcent	96	34	84	88	86	88	99	93	94	20
	Novum	100	84	99	100	98	99	99	96	96	6
Žatec	Akcent	98	58	91	96	76	93	97	93	94	17
	Novum	98	92	97	100	100	100	97	89	96	11
Chrlice	Akcent	98	84	94	100	100	100	100	96	97	27
	Novum	90	70	80	100	96	99	100	93	97	19
Nechanice	Akcent	92	90	91	98	96	97	96	94	91	36
	Novum	72	74	73	100	96	98	96	75	93	30

¹locality, ²variety

zastoupením obilek s příznaky napadení ve vzorku a výši srážek ($r = 0,0276$). Nepřímý průkazný vztah mezi těmito faktory byl nalezen pouze v roce s mimořádně bohatými srážkami v období květen až červen, což znamená, že viditelné příznaky napadení jsou vyvolávány patogeny, kterým vyhovuje spíše sušší počasí.

S různou četností jsme ze zrn všech vzorků pravidelně izolovali *A. alternata*. Tato skutečnost odpovídá i literárním údajům, které uvádějí tuto houbu jako součást mikromykoflóry obilek všech obilnin (Weidenböcker, Kunz, 1993; Sejny et al., 1984; Rees et al., 1984; Sii, 1984; Agarwal, 1987). Přestože se procentuální zastoupení *A. alternata* na obilkách v jednotlivých letech lišilo u lokalit původu osiva, nebyl tento rozdíl statisticky významný. Byla však potvrzena korelace mezi četností houby a zrn s černými špičkami ($r = 0,6199$). Výskyt *A. alternata* byl porovnán s množstvím srážek souhrnně za sledované roky a byla zjištěna významná pozitivní vazba mezi četností *A. alternata* i *Alternaria* spp. a srážkami ($r = 0,5283$). Stejně tomu bylo u *Fusarium* spp. U ostatních sledovaných hub nebyla zjištěna vazba mezi jejich výskytem a srážkami. Při hodnocení vlivu houby na klíčivost byla nalezena v letech 1996 a 1997 nevýznamná záporná korelace mezi četností *A. alternata* a klíčivostí zrn ($r = -0,0451$ a $-0,2062$). Obdobné výsledky uvádějí Rees et al. (1984).

Dalšími často izolovanými mikromycetami byly *Cladosporium* spp., *B. sorokiniana*, *E. purpurascens* a *Fusarium* spp. K obdobným výsledkům dospěli též Mills, Frydman (1980). Z rodu *Fusarium* převažovaly druhy *F. graminearum*, *F. avenaceum* a *F. sporotrichoides*, méně se vyskytovaly druhy *F. poae* a *F. culmorum*. Téměř shodně mikromycety izolovali také Duthie et al. (1986). Druhy rodu *Alternaria* a *Fusarium* izolovali nejčastěji ze zrn sladovnického ječmene Andersen

et al. (1996). Méně často byly izolovány druhy rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Rhizopus*, ojediněle pak další houby. Naopak Flannigan (1969) izoloval *A. glaucus* a *A. fumigatus* z obilek ječmene často. Výskyt hub byl porovnáván z hlediska četnosti zastoupení na jednotlivých lokalitách. Rozdíly nebyly statistické významné až na výjimky rodu *Fusarium* v letech 1994 a 1996, *E. purpurascens* v roce 1994 a *A. tenuissima* v roce 1994. Rozdíly v množství *Fusarium* spp. byly v uvedených letech velmi výrazné (tab. VI, VII). Při statistickém vyhodnocení vztahu mezi množstvím druhů rodu *Fusarium* a četností srážek v roce 1996 byla zjištěna výrazná pozitivní korelace ($r = 0,8893$). Při větším množství srážek bylo také vyšší zastoupení *Alternaria* spp. a *E. purpurascens*, tato vazba je však nevýrazná. Naopak menšímu množství srážek odpovídá zvýšený výskyt *B. sorokiniana* ($r = -0,7675$). Záporná korelace, i když nepříliš silná, byla zjištěna také ve vztahu množství srážek a množství *Penicillium* spp. a *Aspergillus* spp. Ze stejného hodnocení vyplynulo, že čím vyšší srážky, tím nižší klíčivost osiva. Přitom statisticky významná byla pouze korelace mezi četností srážek a četností druhů *Alternaria*. V laboratorních testech však nebylo prokázáno, že *Alternaria* spp. snižuje klíčivost obilek (Prokinová, Burešová, 1996).

Při hodnocení vztahu mezi procentem viditelně napadených obilek ve vzorku a zastoupením jednotlivých mikromycet byla kromě pozitivní korelace mezi *A. alternata* a výskytem černání špiček pozitivní i vazba mezi četností příznaku a výskytem *B. sorokiniana*, i když nevýznamná ($r = 0,4874$). Je tedy zřejmé, že dominantní podíl na vzniku černání špiček ječmene má *A. alternata* a dále *B. sorokiniana*, což odpovídá i literárním údajům (Agarwal, 1987; Neergaard, 1979). Fakt, že různé houby (*F. avenaceum*, *Monographella*

III. Izolace mikromycet z obilí (1994); procentuální zastoupení rodů (druhů) – Isolation of fungi from grains (1994); percentage of representation of genera (species)

Lokalita ¹	Odrůda ²	<i>A. alternata</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Fusarium</i>	<i>F. poae</i>	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Epithecium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>A. niger</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>D. teres</i>	<i>Rhynchosporium</i>	<i>R. nigricans</i>	Počet druhů ³	Kolonie/1 semeno ⁴	Klíčivost ⁵ (%)
Libějovice	Akcent	53,8	11,6	0	0	2,4	0	8,4	0	10,6	5,3	0	0	5,3	9	0	7	0,9	86,8
	Novum	60,1	8,6	4,5	0	0	5,3	2,7	0	2,7	2,7	0	5,3	0	7,9	0	9	0,8	86,8
	Amulet	62	10,7	0	2,5	2,5	5	5	0	0	7,8	0	2,5	0	2	0	9	0,8	84,8
	$\bar{x}$	58,6	10,3	1,5	0,8	0,8	3,4	5,4	0	4,3	3,3	0	2,6	1,8	6,3	0	8,3	0,8	86,13
Staňkov	Akcent	38,5	3,7	5,4	0	5,4	5,4	9,7	11	0	7,5	0	0	10	0	3,4	9	0,8	91,8
	Novum	44,9	5,7	0	0	7,8	7,8	10,4	15,4	0	0	0	7,8	0	0	0	8	0,7	94,3
	Terno	45	6,8	12,6	0	0	0	14	0	2,6	0	0	0	0	5	14	7	0,8	95,8
	$\bar{x}$	42,8	5,4	6	0	4,4	4,4	11,4	8,8	0,8	2,5	0	2,6	3,3	1,7	5,8	8	0,76	93,96
Jaroněvice	Akcent	40,7	5,3	2,7	0	0	2,7	30,8	15,3	0	0	0	2,7	0	0	0	7	0,7	86,3
	Novum	45	0	0	0	5,2	5,2	25,6	14,8	0	0	0	0	0	4,1	0	6	0,6	91,5
	Terno	43,1	1,3	4,2	0	0	0	32,3	12,7	0	0	0	0	0	0	6,3	6	0,8	99,5
	$\bar{x}$	42,9	2,2	2,3	0	1,7	2,6	29,5	14,3	0	0	0	0,9	0	1,4	2,1	6,3	0,7	92,43
Chřtice	Akcent	49,8	0	9	0	3,6	0	23,2	15	0	3,6	0	0	0	0	4,7	6	0,7	99,8
	Novum	48,6	1,8	1,8	0	0	0	25,2	13,5	0	1,8	0	1,8	0	1,8	3,6	9	0,7	99,8
	Amulet	45,9	2,6	0	0	5,2	0	21,6	12,3	0	2,6	0	2,6	0	0	7,2	8	0,9	99,8
	$\bar{x}$	48,1	1,5	0,6	0	2,9	0	23,3	13,6	0	2,7	0	1,5	0	0,6	5,2	7,7	0,8	99,8

¹locality, ²variety, ³number of species, ⁴colony/1 seed, ⁵germination

IV. Izolace mikromycet z obilí (1996): procentuální zastoupení rodů (druhů) – Isolation of fungi from grains (1996): percentage of representation of genera (species)

Lokalita ¹	Odrůda ²	<i>A. alternata</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Botrytis</i>	<i>A. niger</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Rhynchosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>R. nigricans</i>	<i>Cladosporium</i>	Sterilní ⁶ tmavá ⁷	<i>D. teres</i>	<i>N. crassa</i>	Kolonie/1 semeno ⁴	Klíčivost ⁵ (%)
Jaroměřice	Forum	23,1	15,4	38,5	7,7	7,7	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	99,2
	Akcent	38,5	7,7	23,1	0	0	0	0	7,7	23,1	0	0	0	0	0	0	0,6	96
	Amulet	12,5	18,7	18,7	0	18,7	0	6,2	0	25	0	0	0	0	0	0	0,8	97,7
	$\bar{x}$	24,7	13,9	26,8	2,6	2,6	2,6	2,3	2,6	16	0	0	0	0	0	0	0,7	97,6
Krásné údolí	Forum	14,3	7,1	0	57,1	0	0	0	0	35,7	0	0	0	0	0	0	0,7	95,7
	Akcent	58,8	5,9	0	0	0	0	11,8	0	38,6	0	0	0	0	0	0	0,8	99
	Amulet	62,5	0	0	25	12,5	0	6,2	0	6,2	0	0	0	0	0	0	0,8	97,2
	$\bar{x}$	45,9	4,3	0	27,7	4,2	0	6	0	26,8	0	0	0	0	0	0	0,8	97,3
Staňkov	Forum	37,5	18,7	6,2	6,2	12,5	0	0	0	6,2	12,5	0	0	0	0	0	0,8	99,2
	Akcent	23,1	0	0	15,4	0	0	53,8	0	0	0	7,7		0	0	0	0,6	99,5
	Amulet	26,7	0	6,7	13,3	0	0	0	0	6,7	20	0	6,7	26,7	0	0	0,7	99,7
	$\bar{x}$	29,1	6,2	4,3	11,6	4,2	0	17,9	0	4,3	10,8	2,6	2,2	8,9	0	0	0,7	99,46
Branišovice	Forum	22,2	11,1	0	27,8	5,5	0	0	0	5,5	0	0	0	27,8	0	0	0,9	98,2
	Akcent	29,4	17,7	0	28,6	0	0	15,9	0	11,8	0	0	0	5,9	0	5,9	0,8	94,5
	Amulet	17,7	0	28,6	11,8	0	0	0	0	5,9	0	28,6	0	0	17,7	0	0,8	99,5
	$\bar{x}$	23,1	9,6	9,5	22,7	1,8	0	5,3	0	7,7	0	9,5	0	11,2	0,6	1,9	0,8	97,4

For 1–5 see Tab. III. ⁶sterile, ⁷dark

V. Izolace mikromycet z obilí (1997); procentuální zastoupení rodů (druhů) – Isolation of fungi from grains (1997); percentage of representation of genera (species)

Lokalita ¹	Odrůda ²	<i>A. alternata</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Epicoecum</i>	<i>D. teres</i>	Sterlini ⁶	<i>A. niger</i>	<i>F. avenae</i>	<i>Rhynchosporeum</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Chaetomium</i>	RLF	<i>F. sporotrichoides</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Gonotoboris</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>R. nigricans</i>	<i>F. poae</i>	Počet druhů ³	Kolonií / semen ⁴	Klíčivost ⁵ (%)
Jaroměřice	Akcent	40,7	20,3	0	63,6	3,4	1,7	1,7	1,7	10,2	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1,3	99
	Forum	55	22,5	0	15	0	5	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	5	0,9	99,2
	Amulet	52,2	17,4	2,2	8,7	0	4,3	0	0	15,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,9	100
	$\bar{x}$	49,3	20,6	0,7	29,1	1,1	3,7	0,6	0,6	8,5	0,6	0,8	0	0	0	0	0	0	0	7	1	99,4
Krásné údolí	Akcent	40	24	2	14	0	2	2	0	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0	9	1	99,5
	Forum	57,1	14,3	0	9,5	0	7,1	0	0	2,4	0	0	2,4	2,4	4,8	0	0	0	0	8	0,8	94,7
	Amulet	50,9	9,4	0	9,4	7,5	0	0	0	13,2	1,9	0	0	0	3,8	3,8	0	0	0	8	1,1	99,2
	$\bar{x}$	49,3	15,9	0,6	10,9	2,5	3	0,7	0	7,2	1,3	0	1,5	1,5	2,9	1,3	0	0	0	8,3	0,7	97,8
Branšovice	Akcent	52,6	0	0	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5,3	0	0	16,8	5	0,6	94,7
	Forum	53,8	0	15,4	3,8	0	0	0	0	19,5	0	0	3,8	0	3,8	0	0	0	0	6	0,7	95,2
	Amulet	56,5	8,7	0	8,7	8,7	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8	6	0,9	98,5
	$\bar{x}$	54,3	2,9	5,1	5,9	2,9	0	0	0	10,8	0	0	1,2	0	8,3	1,8	0	0	7,2	5,7	0,7	96,13
Staňkov	Akcent	47,5	12,5	0	15	9,6	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	2,5	0	6	1	96,5
	Forum	60,7	21,4	7,1	10,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	1,1	99,5
	Amulet	55,3	2,1	8,5	8,5	12,7	0	0	0	10,6	0	0	0	0	0	0	2,1	0	21,6	8	1,2	98
	$\bar{x}$	54,3	18,1	5,2	11,4	7,4	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0,8	0	0,7	0,8	8,9	7,3	1,1	98

For 1–5 see Tab. III. ⁶ sterile

VI. Izolace mikromycet z obilí (1994); procentuální zastoupení rodů (druhů); průměr odrůd – Isolation of fungi from grains (1994); percentage of representation of genera (species); average for varieties

Lokalita ¹	<i>A. alternata</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Fusarium</i>	<i>F. poae</i>	<i>F. avenae</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Penicillium</i>	<i>A. niger</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>D. teres</i>	<i>Rhynchosporium</i>	<i>R. nigricans</i>	Počet druhů ³	Kolonie/1 semeno ⁴	Klíčivost ⁵ (%)
Libějovice	58,6	10,3	1,5	0,8	0,8	3,4	5,4	0	4,3	3,3	0	2,6	1,8	6,3	0	8,3	0,8	86,13
Staňkov	42,8	5,4	6	0	4,4	4,4	11,4	8,8	0,8	2,5	0	2,6	3,3	1,7	5,8	8	0,76	93,96
Jaroměřice	42,9	2,2	2,3	0	1,7	2,6	29,5	14,3	0	0	0	0,9	0	1,4	2,1	6,3	0,7	92,43
Chřlice	48,1	1,5	0,6	0	2,9	0	23,3	13,6	0	2,7	0	1,5	0	0,6	5,2	7,7	0,8	99,8

For 1–5 see Tab. III

VII. Izolace mikromycet z obilí (1996); procentuální zastoupení rodů (druhů); průměr odrůd – Isolation of fungi from grains (1996); percentage of representation of genera (species); average for varieties

Lokalita ¹	<i>A. alternata</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Borytis</i>	<i>A. niger</i>	<i>Acrononium</i>	<i>Rhynchosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>R. nigricans</i>	<i>Cladosporium</i>	Sterilní ⁶ tmavá ⁷	<i>D. teres</i>	<i>N. crassa</i>	Počet druhů ³	Kolonie/1 semeno ⁴	Klíčivost ⁵ (%)
Jaroměřice	24,7	13,9	26,8	2,6	2,6	2,6	2,3	2,6	16	0	0	0	0	0	0	9	0,7	97,6
Krásné údolí	45,9	4,3	0	27,7	4,2	0	6	0	26,8	0	0	0	0	0	0	6	0,8	97,3
Staňkov	29,1	6,2	4,3	11,6	4,2	0	17,9	0	4,3	10,8	2,6	2,2	8,9	0	0	11	0,7	99,46
Branišovice	23,1	9,6	9,5	22,7	1,8	0	5,3	0	7,7	0	9,5	0	11,2	0,6	1,9	11	0,8	97,4

For 1–5 see Tab. III, ⁶sterile, ⁷dark

Lokality ¹	<i>A. alternata</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Epicoecum</i>	<i>D. teres</i>	Sterln ⁶	<i>A. niger</i>	<i>F. avenaceum</i>	Sterln ⁶ bílá ⁸	<i>Penicillium</i>	<i>Chaetomium</i>	RLF	<i>F. sporotrichoides</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Gonotobolus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>R. nigricans</i>	<i>F. poae</i>	Počet druhů ³	Kolonií/ semeno ⁴	Klíčivost ⁵ (%)
Jaroměřice	49,3	20,6	0,7	29,1	1,1	3,7	0,6	0,6	8,5	0,6	0,8	0	0	0	0	0	0	0	7	1,3	99,4
Krásné údolí	49,3	15,9	0,6	10,9	2,5	3	0,7	0	7,2	1,3	0	1,5	1,5	2,9	1,3	0	0	0	8,3	0,7	97,8
Branšovice	54,3	2,9	5,1	5,9	2,9	0	0	0	10,8	0	0	1,2	0	8,3	1,8	0	0	7,2	5,7	0,7	96,13
Stuňkov	54,3	18,1	5,2	11,4	7,4	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0,8	0	0,7	0,8	8,9	7,3	1,1	98

For 1–5 see Tab. III. ⁶sterile, ⁸white

nivalis, *Leptosphaeria nodorum*) mají různý efekt na klíčivost obilí a intenzitu příznaku, popisuje Rosas-Romero (1991). Z uvedeného pak vyplývá, že množství obilí s tímto příznakem v osivu by nemělo mít velký dopad na klíčivost. Při statistickém hodnocení se tento předpoklad potvrdil. Hodnocení za všechny sledované roky dokonce naznačuje, že čím více je ve vzorku obilí s příznaky napadení, tím vyšší je klíčivost ($r = 0,2003$, v roce 1966 $r = 0,6636$). Pro tuto skutečnost je jedním z možných vysvětlení fakt, že jakákoliv mikroskopická houba osidlující obilí může stimulovat jejich klíčivost, pokud množství inokula nepřekročí určitou hranici. Podobné výsledky poskytl i pokusy s půdními fytopatogenními houbami, které probíhaly v dřívějších letech (nepubl.). Stanovení takové kritické hodnoty pro jednotlivé mikromycety a jejich společenství by však vyžadovalo další, velmi přesné pokusy. Ke zjištění, že výskyt černání špiček ječmene nemusí znamenat nutně nižší klíčivost, dospěl též Maloy. Specht (1988). Na snížení klíčivosti mají vliv i jiné mikroskopické houby a další faktory. Při porovnávání procentuálního zastoupení jednotlivých mikromycet a klíčivosti v rámci všech hodnocených let nebyla ani v jednom případě zjištěna významná vzájemná vazba. Přesto lze konstatovat, že při větším výskytu druhů rodu *Fusarium* je klíčivost snížena více než ve vazbě na jiné mikromycety ($r = -0,4191$).

Statisticky byly zjišťovány i případné vazby mezi izolovanými mikromycetami. Z výsledků je zřejmé, že existují antagonické vztahy mezi *A. alternata* a *Alternaria* spp. (šlo většinou o *A. tenuissima* a *A. infectoria*), mezi *E. purpurascens* a *Alternaria* spp., dále mezi *B. sorokiniana* a *Alternaria* spp., ale i mezi *A. alternata* a *Fusarium* spp., *B. sorokiniana* a *Fusarium* spp., *Fusarium* spp. a *E. purpurascens*. Některé z těchto antagonismů jsou popsány i v literatuře. Negativní korelace mezi mikromycetami osidlujícími semena popsali např. Rheeder et al. (1990) u kukuřice. Dokonce je jim věnována pozornost v rámci studia možností biologické ochrany rostlin proti houbovým chorobám. Např. Kuvaeva et al. (1990) prokázali inhibiční vliv látek produkovaných houbou *E. purpurascens* na množství toxinu T-2 tvořeného *F. sporotrichoides*. Peters et al. (1988) izolovali z osemení a oplodí obilného zrna i z endospermu *E. purpurascens* společně s *F. avenaceum*. To odpovídá teorii i zkušenostem, že antagonické organismy se většinou doprovázejí. Zmíněné antagonické vztahy byly nalezeny přímo při izolaci mikromycet z obilí na agarových plotnách. Nebyly však předmětem studia, a proto nebyly ani dále hodnoceny.

V této souvislosti je třeba upozornit i na kladné korelace, vyjadřující synergistický vztah. Významná korelace ($r = 0,8170$) byla zjištěna např. u vztahu *E. purpurascens* a *A. alternata*, dále u *Fusarium* a *Alternaria* spp. a také u *Aspergillus* a *Penicillium*. Právě poslední dvě vazby mohou mít výraznější negativní vliv na klíčivost semen, protože u všech zmíněných mikromycet je známa produkce fyto toxických látek (Singh et al.,

Lokalita ¹	Rok ²	% napadených semen ³	Kolonie/1 semeno ⁴	% <i>A. alternata</i>	% <i>Alternaria</i>	Celkem ⁵ <i>Alternaria</i>	Klíčivost ⁶ (%)
Staňkov	1994	2,1	0,76	42,8	5,4	48,2	93,96
	1996	19,2	0,7	29,1	6,2	35,3	99,46
	1997	45,1	1,1	54,3	0	54,3	98
	$\bar{x}$	32,1	0,85	42	5,5	47,5	97,13
Jaroměřice	1994	0,6	0,8	24,7	13,9	38,6	92,43
	1996	9,1	0,7	24,7	13,9	38,6	97,6
	1997	12	1	49,3	0	49,3	99,4
	$\bar{x}$	7,2	0,8	32,9	9,3	42,2	96,47
Krásné údolí	1996	25,3	0,8	45,9	0	45,9	97,3
	1997	34,5	1,3	49,3	0	49,3	97,8
	$\bar{x}$	29,9	1	77,5	0	77,5	97,55

¹locality, ²year, ³% of diseased seeds, ⁴colony/1 seed, ⁵total, ⁶germination

1991; Chelkowski, 1989; Chelkowski, Grabarkiewicz-Szczesna, 1991), jejichž působení na semeno či obilku může být synergistické. Jako původci zhoršené klíčivosti obilok pšenice, rýže, ječmene a kukuřice jsou známy především druhy rodů *Penicillium* a *Aspergillus* (Sulaiman, Husain, 1984).

Závěrem lze konstatovat, že místo původu osiva ovlivňuje podíl napadených obilok. Příčinou tohoto jevu je především množství srážek v dané lokalitě. Významný podíl na vzniku příznaku černání špiček ječmene má *A. alternata* a do značné míry i *B. sorokiniana*. Ani jedna z těchto hub nesnižuje sama o sobě klíčivost zrn. Výskyt *A. alternata* je vázán na vyšší množství srážek, *B. sorokiniana* se vyskytuje častěji při nižších srážkách.

Práce je dílčí součástí řešení úkolu GA ČR 521/96/0616.

LITERATURA

- Agarwal V. K., Sinclair J. B. (1987): Principles of seed pathology. Vol. I, II. Boca Raton, Florida, CRC Press.
- Anderson B., Thrane U., Svendsen A., Rasmussen I. (1996): Associated field mycobiota on malt barley. Can. J. Bot., 74: 854–858.
- Bhowmik T. P. (1969): *Alternaria* infection of wheat. Pl. Dis. Rep. 53. In: Agarwal V. K., Sinclair J. B. (1987): Principles of seed pathology. Vol. I. Boca Raton, Florida, CRC Press.
- Duthie J. A., Hall R., Asselin A. V. (1986): *Fusarium* species from seed of winter wheat in eastern Canada. Can. J. Pl. Pathol., 8: 282–288.
- Chelkowski J. (ed.) (1989): *Fusarium* – mycotoxins, taxonomy and pathogenicity. Amsterdam, Elsevier.
- Chelkowski J., Grabarkiewicz-Szczesna J. (1991): *Alternaria* and their metabolites in cereal grain. In: Chelkowski J. (ed.): Cereal grain mycotoxins, fungi and quality in drying and storage. Developments in food science. Vol. 26. Elsevier: 67–77.
- Flannigan B. (1969): Microflora of dried barley grain. Trans. Brit. Mycol. Soc., 53: 371–379.
- Kuvaeva I. B., Boltanskaya E. V., Eller K. I., Pimenova V. V., Kroyakova E. A. (1990): Antagonism by natural mycoflora of grain as regulatory factor of toxin formation by *Fusarium sporotrichiella*. Biol. Bull. Acad. Sci. USSR, 17: 519–523.
- Maloy O. C., Specht K. L. (1988): Black point of irrigated wheat in central Washington. Pl. Dis., 67: 1031–1033.
- Marasas W. F. O., Wyk P. S. van, Jacobs G. (1990): Black-point of barley: Colonisation of trichomes by *Alternaria alternata*. Phytophylactica, 22: 251–253.
- Mills J. T., Frydman Ch. (1980): Mycoflora and conditions of grains from overwintered fields in Manitoba 1997–98. Can. Pl. Dis. Surv., 60: 1–7.
- Neergaard P. (1979): Seed pathology. Acad. Press.
- Petters H. I., Flannigan B., Austin B. (1988): Quantitative and qualitative studies of the mycoflora of barley malt production. J. Appl. Bact., 65: 279–297.
- Prokinová E., Burešová V. (1996): Vliv mikromycet izolovaných z osiva na klíčení semen hrachu a ječmene. Rostl. Vyr., 42: 457–462.
- Rees R. G., Martin D. J., Law D. P. (1984): Black point in bread wheat: effects on quality and germination, and fungal associations. Austral. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 24: 601–605.
- Rheeder J. P., Marasas W. F. O., Wyk P. S. van (1990): Fungal associations in corn kernels and effects on germination. Phytopathology, 80: 131–134.
- Rosas-Romero M. (1991): The effect of seed-borne fungi on seed vigour in cereals. Revta Mex. Fitopatol., 9: 31–37.
- Sejny M. J., Tawfik K. A., El-Sahieb M. K. (1984): Studies on mycoflora of cereal grains in the southern west region of Saudi Arabia. I. Fungi associated with some cereal grains at post harvest and during storage. Ann. Agric. Sci., 22: 281–297.

- Sii A. H. (1984): Composition of the fungal flora of four cereal grains in Saudi Arabia. *Mycopathologia*, 85: 53–57.
- Singh K., Frisvad J. C., Thrane U., Mathur S. B. (1991): An illustrated manual on identification of some seed-borne *Aspergilli*, *Fusaria*, *Penicillia* and their mycotoxins. Dan. Gov. Inst. Seed Pathol. Dev. Countr.
- Sulaiman E. D., Husain S. S. (1984): Pathogenicity and effect on germination caused by *Aspergillus* and *Penicillium* species on wheat, rice, barley and corn. *Pakist. J. Sci. Ind. Res.*, 27: 359–362.
- Weidenböcker M., Kunz B. (1993): The mycoflora of stored cereal grains. *Med. Fac. Landb.-Wet. Univ. Gent.*, 58, 3b: 1185–1191.
- Došlo 4. 9. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Evžen Prokinová, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika,
tel.: 02/24 38 26 13, fax: 02/20 92 03 12

OBSAH ŠKROBU V ZRNU VYBRANÝCH ODRŮD OZIMÉ PŠENICE

STARCH CONTENT IN GRAIN OF SELECTED WINTER WHEAT VARIETIES

J. Petr, D. Novotná, I. Capouchová, O. Faměra

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: In two-year trials the starch content in selected set of winter wheat varieties listed in the State Varietal Book of the Czech Republic was studied. Screening of the whole set of varieties was conducted in ecological conditions without fertilization and pesticides applied. Moreover, starch content of new wheat varieties, wheat varieties from different localities of the Czech Republic – experimental test rooms of the Central Control and Testing Institute for Agriculture was investigated. Furthermore, wheat varieties cultivated at various intensity, i.e. without fertilizers and pesticides, with fertilization of 96 kg N, 60 kg P_2O_5 , 60 kg K_2O per 1 ha were analyzed, seed was treated and herbicide was applied. At higher intensity fungicide, insecticide and growth regulator were applied in addition. In most of trials the varieties Samanta, Siria, Astella, Saskia, Torsya, Trane, Versailles and Estica had higher starch content (Tabs I, II, III). In the Trane varieties which had otherwise high gluten content, gluten was badly washing out what had an unfavourable effect on the technology of starch production. Out of the trials conducted in various regions of the Czech Republic the varieties Siria, Trane and Samanta had higher starch content in potato and fodder crop growing regions (Tab. IV) had higher starch content. The prerequisite has been thus confirmed that it would be possible to cultivate wheat for starch production purposes in the so-called marginal regions. All varieties in which higher starch content was recorded are recommended for growing in these regions and offer here high yields. The effect of various intensity of cultivation (Tab. V) was not manifested significantly on the starch content. At this way of cultivation bad washing out of gluten from flour was manifested in some varieties. Wheat yield, and hence also total starch production per 1 ha, was significantly higher at medium and high intensity of cultivation which is also recommended due to better technological properties during gluten washing out.

Keywords: starch; wheat; varieties; conditions of cultivation

ABSTRAKT: Výsledky analýz u souboru odrůd ozimé pšenice z odrůdových pokusů vedených v letech 1996 a 1997 v různých výrobních oblastech a s různou intenzitou pěstování ukázaly vyšší obsah škrobu u odrůd Samanta, Siria, Astella, Saskia, Torsya, Trane, Versailles a Estica. Vyšší škrobnatost byla zjištěna u odrůd pšenice vypěstovaných v chladnějších oblastech – obilnářské a bramborářské, což by umožňovalo v těchto oblastech pěstovat pšenice ke škrobářenskému zpracování. Uvedené odrůdy jsou rajonovány do těchto oblastí a poskytují zde vysoké výnosy. U některých odrůd s vyšším obsahem škrobu (např. Trane) byly problémy s vypíráním lepku. Dále se lepek obtížněji vypírá, pokud je pšenice pěstována při nízké intenzitě, tj. bez hnojení a ošetření pesticidy. Pěstování škrobářských odrůd pšenice vyžaduje tedy určitý stupeň hnojení a regulace nepříznivých faktorů, plevelů, chorob a škůdců.

Klíčová slova: škrob; pšenice; odrůdy; podmínky pěstování

ÚVOD

Stále větší využívání škrobu k průmyslovým účelům vede k rozvoji zpracování škrobářských surovin – brambor, kukuřice a pšenice. Brambory byly a jsou v Čechách tradiční škrobářskou surovinou, ale tato výroba má v posledních letech problémy. Produkce škrobu z kukuřice by musela být postavena na dovozu

této suroviny. Dobré předpoklady k využití na výrobu škrobu má pšenice. V EU produkce škrobu stále roste, zejména k nepotravinářským účelům, např. v papírenském a textilním průmyslu, k výrobě stavebních hmot a rozmanitých výrobků z plastů, zejména degradovatelných biopolymerů. Škrob se využívá též k výrobě alkoholu, čistících prostředků, stabilizátorů, organických kyselin, enzymů a dalších výrobků. Spotřeba škrobu

k nepotravinářským účelům přesahuje již výše než 50 % z celkové produkce a stále stoupá (Menge-Hartmann, 1997).

Podle Českého škrobářského svazu se předpokládá do roku 2000 v ČR výroba asi 75 tis. t škrobu a z toho asi 30 tis. t škrobu pšeničného, což představuje produkci pšenice asi z 15 tis. ha. Toto nepotravinářské využití má jistě význam při řešení nadprodukce.

Výroba škrobu z jednotlivých obilných druhů je rozdílná jak v množství, tak i v jeho jakosti. Výťažnost škrobu z pšenice je nižší než z kukuřice (Zwingelberg, Lindhauer, 1996). V rámci druhu jsou též rozdíly mezi odrůdami, přičemž výběr vhodné odrůdy může znamenat pro škrobárny hospodářský zisk (Swaaij, Timmermann, 1996). Při získávání škrobu z pšenice je současně separován i lepek, který je využitelný převážně v potravinářském průmyslu. V některých letech je o výtlačný lepek větší zájem než o škrob (Gröbl, 1996). Bude tedy třeba sledovat vedle produkce škrobu i výťažnost lepku a jeho jakost. Kromě toho jde u pšenice o využití vlastní produkce a zejména možnosti pěstování škrobářské pšenice v méně úrodných, tzv. marginálních oblastech, kde se jen výjimečně podaří vypěstovat potravinářskou pšenici. To může být pro tyto oblasti jak ekonomickým přínosem, tak to může přispět k setrvání zemědělské výroby i v těchto územích.

MATERIÁL A METODA

Výzkum škrobnatosti odrůd pšenice proběhl v několika směrech:

1. Byl sledován obsah škrobu v celém sortimentu odrůd ozimé pšenice vedeném pro Seznam doporučených odrůd ze sklizně 1996 a 1997 a byl proveden výběr odrůd s nejvyšší škrobnatostí.
2. Byl zjišťován obsah škrobu u pšenice z různých výrobních oblastí a ověřována hypotéza z možnosti pěstování pšenice pro produkci škrobu v marginálních oblastech.
3. Byl zkoumán vliv způsobu pěstování (různé intenzity – zejména hnojení a ošetření pesticidy) na obsah škrobu.

Škrobnatost odrůd pšenice jsme sledovali v pokusech ÚKZÚZ vedených pro Seznam doporučených odrůd na několika místech ČR. Jedním z nich je i Pokusná stanice Uhřetěves ČZU v Praze, kde jsou tyto pokusy realizovány bez hnojení průmyslovými hnojivy a bez použití syntetických pesticidů, v ekologickém systému podle zásad IFOAM a Metodického pokynu MZe ČR pro ekologické zemědělství. Z těchto pokusů předkládáme dvouleté výsledky (z let 1996 a 1997) sledování obsahu škrobu u jednotlivých odrůd a další údaje o jakostních ukazatelích těchto odrůd.

Z ostatních pokusných míst, kde probíhaly pokusy pro Seznam doporučených odrůd, jsme již sledovali jen vybrané odrůdy, které byly vypěstovány konvenčně, tj. s hnojením průmyslovými hnojivy a s použitím syntetických pesticidů. Vliv různé intenzity pěstování na ob-

sah škrobu jsme hodnotili v samostatném pokuse s srovnávali s výsledky získanými v podmínkách bez hnojení a použití pesticidů. Při střední intenzitě bylo hnojeno 96 kg N, 60 kg P_2O_5 a 60 kg K_2O na 1 ha, osivo bylo mořeno a ošetřeno herbicidem. Při vyšší intenzitě byl navíc aplikován fungicid, insekticid a regulátor růstu.

Vzorky pšenice laboratorně upravené k mletí byly semlety na laboratorní mlýně Bühler nebo sešrotovány. Obsah škrobu byl stanoven polarimetricky podle ČSN 56 0512-4 část 16: Stanovení škrobu podle Ewerse ze šrotu, šrotových mouk, vymílacích mouk a otrub. Kromě toho byla u některých odrůd sledována komplexní mlynářská a pekařská jakost, aby mohla být určena obecná kritéria jakosti odrůd pro škrobářské účely.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V celém souboru odrůd, pěstovaných v pokusech pro Seznam doporučených odrůd bez hnojení a pesticidů, vynikly v obou letech 1996 i 1997 odrůdy Samanta a Astella, dále pak Estica a Siria, v druhém roce pak kromě slovenských odrůd Rexia, Ilona a Blava, které v roce 1996 měly nízké obsahy škrobu, ještě odrůdy Versailles, Athlet, Torysa, Trane, Boka a Saskia (tab. I). V dalších konvenčních pokusech s nově registrovanými odrůdami se vyšší škrobnatostí vyznačovaly odrůdy Versailles, Šárka, Saskia, Siria a Samanta (tab. II).

Při sledování obsahu škrobu u odrůd z různých ekologických podmínek (míst pěstování) byl zjištěn v obou letech nejvyšší obsah škrobu u odrůd Siria, Trane a Samanta (tab. III) v bramborářské a pšeničnické výrobní oblasti, v nadmořské výšce nad 500 m, s průměrnou roční teplotou 6,3 až 6,4 °C a srážkami nad 600 mm (Domanínek, Stachy na Šumavě, Trutnov v Podkrkonoší, Českomoravská vrchovina). Potvrdila se tak naše hypotéza, že vysoký obsah škrobu lze očekávat při pěstování pšenice v tzv. marginálních oblastech (tab. IV), jejichž charakteristiku uvádí tab. V. Syntéza škrobu totiž probíhá za nižších teplot a menšího slunečního svitu než tvorba bílkovin. Jak uvádějí Mung et al. (1988), je pro rostlinu tzv. levnější produkovat škrob než bílkoviny či tuky.

Stupeň intenzity pěstování se v průměrných hodnotách neprojevil velkými rozdíly v obsahu škrobu ve šrotu, ale v sušině mouky byly rozdíly vyšší u odrůd pěstovaných bez hnojení a pesticidů. Výnosy při tomto způsobu pěstování však byly o 3 až 4 t/ha nižší než při intenzivním pěstování. Rozhodující bude proto ekonomika celkové produkce škrobu z 1 ha. Z odrůd vynikly škrobnatostí odrůdy Asta, Astella, Torysa, Samanta a Siria (tab. VI).

Vyšší obsah škrobu se potvrdil u odrůd Samanta a Siria, dále u odrůd Astella, Saskia, Torysa, Trane, Versailles a Estica. Volbu vhodné odrůdy pro škrobářské účely doporučuje řada citovaných autorů.

Z popisu odrůd a zejména z výsledků odrůdových pokusů ÚKZÚZ vyplývá, že všechny uvedené odrůdy

I. Obsah škrobu v odrůdách ozimé pšenice z odrůdového pokusu vedeného bez hnojení a pesticidů v letech 1996 a 1997 – Starch content in winter wheat varieties from varietal trial conducted without fertilization and pesticides in the years 1996 and 1997

Odrůda ¹	Obsah škrobu v sušině šrotu ² (%)	
	1996	1997
Torysa	66,1	68,7
Brea	66,1	66,3
Sida	66,3	67,3
Athlet	64,9	69,4
Regina	66,3	–
Vlada	64,2	–
Rexia	65,7	71,0
Ilona	64,2	71,2
Bruta	64,6	66,1
Estica	66,7	69,1
Hana	62,4	66,2
Blava	64,9	69,8
Mona	63,6	68,1
Ina	64,3	67,2
Vega	64,7	67,8
Samara	65,0	67,3
Asta	64,4	68,7
Trane	64,6	68,3
Astella	66,6	68,3
Samanta	67,1	68,0
Alka	65,0	67,0
Boka	66,2	68,6
Siria	66,2	68,8
Sparta	65,7	–
Šárka	–	67,0
Saskia	–	68,9
Bruneta	–	67,8
Alana	–	67,0
Ritmo	–	67,6
Versailles	–	69,1
Ebi	–	67,8
Contra	–	66,3

¹variety, ²starch content in ground wheat dry matter

jsou rajonovány do obilnářské, bramborářské a některé z nich i do horské či pícninářské oblasti (Siria, Estica).

Při posuzování vypíratelnosti lepku jsme zjistili, že nebylo možné lepek vyprat u odrůd Athlet a Trane a dále u odrůd pěstovaných bez hnojení a ošetření pesticidy (ekologicky) – Asta, Siria, Torysa, Estica a Trane, která má jinak vysoký obsah škrobu. Znamená to, že odrůdu Trane nebude možné využít ke škrobárenskému účelům a že škrobárenské odrůdy pšenice musí být pěstovány při určité intenzitě hnojení a s ošetřením pesticidy. Výsledky prokazují poměrně značnou variabilitu, co se týká obsahu škrobu, a jsou silně vázány na

II. Obsah škrobu ve vybraných odrůdách ozimé pšenice z konvenčního pěstování s hnojením a pesticidy – Starch content in selected winter wheat varieties from conventional cultivation with fertilization and pesticides

Odrůda ¹	Obsah škrobu v sušině ² (%)		
	šrot ³	vymílací mouky ⁴	šrotové mouky ⁵
Hana	65,9	80,7	77,8
Samanta	66,1	81,2	79,3
Saskia	68,6	81,1	83,4
Siria	68,6	80,6	81,2
Šárka	68,8	80,2	83,0
Versailles	69,9	81,0	82,3
Samara	67,6	81,0	81,0
Sida	68,0	80,3	81,9

¹variety, ²starch content in dry matter, ³ground wheat, ⁴washing out flours, ⁵scrap flours

III. Průměrný obsah škrobu v odrůdách ozimé pšenice z různých pokusných míst – Average starch content in winter wheat varieties from different experimental sites

Odrůda ¹	Obsah škrobu v sušině ² (%)		
	šrot ³	vymílací mouky ⁴	šrotové mouky ⁵
Hana	66,1	81,8	82,0
Samanta	68,6	81,2	83,5
Siria	69,1	81,2	82,5
Trane	69,6	81,5	83,6

For 1–5 see Tab. II

IV. Vliv podmínek místa pěstování (lokality) na obsah škrobu (%) u vybraných odrůd ozimé pšenice v letech 1996 a 1997 – The effect of conditions of the cultivation site (locality) on starch content (%) in selected winter wheat varieties in the years 1996 and 1997

Pokusné místo ¹	1996			1997
	šrot ²	vymílací mouky ³	šrotové mouky ⁴	šrot
Domaníněk	69,8	81,8	83,7	68,8
Hradec nad Svitavou	66,8	80,4	83,3	65,9
Lipa u Havlíčkovy Brodu	66,4	80,6	80,4	69,1
Trutnov v Podkrkonoší	69,6	81,9	84,5	63,3
Stachy na Šumavě	67,5	82,3	82,8	67,9

¹experimental site, ²ground wheat, ³washing out flours, ⁴scrap flours

podmínky pokusu. Přesto měly stanovené odrůdy vyšší škrobnatost u většiny hodnocených pokusných souborů. Výzkum v tomto směru pokračuje na rozšířeném sortimentu odrůd (zejména nově povolených odrůd z jakostní skupiny A, B, C) v různých ekologických podmínkách a při různé intenzitě pěstování.

Práce vznikla za podpory NAZV, číslo projektu 7226/97.

V. Charakteristika pokusných míst – Characteristics of experimental sites

Pokusné místo ¹	Výrobní oblast ²	Nadmořská výška ⁶ (m)	Průměrná roční teplota ⁷ (°C)	Úhrn srážek ⁸ (mm)	Půda ⁹
Domanínec	bramborářská ³	565	6,4	602	HPg hp
Hradec nad Svitavou	bramborářská	450	6,5	624	HM p*
Lípa u Havlíčkova Brodu	obilnářská ⁴	505	7,7	632	HP ph
Trutnov v Podkrkonoší	bramborářská	437	6,8	778	HP ph**
Stachy na Šumavě	pícninářská ⁵	860	6,3	755	HPp hp

* produkční schopnost půd¹⁰ 69 bodů

** produkční schopnost půd 63 bodů

¹ experimental site, ² production region, ³ potato, ⁴ cereal, ⁵ fodder crop, ⁶ altitude, ⁷ average annual temperature, ⁸ sum of precipitation, ⁹ soil,

¹⁰ production ability of soils

VI. Vliv intenzity pěstování na obsah škrobu (%) u odrůd ozimé pšenice (sklizeň 1997) – The effect of intensity of cultivation on starch content (%) in winter wheat varieties (harvest of 1997)

Odrůda ¹	Obsah škrobu v sušině šrotu ² (%)				Obsah škrobu v sušině mouky ³ (%)			
	bez hnojení a pesticidů ⁴	hnojení, herbicidy ⁵	hnojení, herbicidy, fungicidy, regulátory růstu ⁶	průměr ⁷	bez hnojení a pesticidů	hnojení, herbicidy	hnojení, herbicidy, fungicidy, regulátory růstu	průměr
Asta	68,7	68,6	66,7	68,0	84,0	82,4	82,3	82,9
Astella	68,3	68,6	68,0	68,3	84,0	83,2	82,0	83,0
Hana	66,2	64,9	65,4	65,5	82,1	78,8	79,6	80,1
Samanta	68,0	67,2	67,7	67,6	83,2	82,3	81,9	82,4
Siria	68,8	66,9	67,9	67,8	82,1	80,4	80,6	81,1
Torysa	67,8	69,4	70,5	69,2	85,9	83,2	81,7	83,6
Průměr ⁷	68,0	67,6	67,7		83,5	81,7	81,3	

¹ variety, ² starch content in ground wheat dry matter, ³ starch content in flour dry matter, ⁴ without fertilization and pesticides, ⁵ fertilization, herbicides, ⁶ fertilization, herbicides, fungicides, growth regulators, ⁷ average

LITERATURA

- Gröbl W. (1996): Getreide- und Stärkemarktpolitik in Europa. Getreide Mehl u. Brot, 50: 267–270.
- Menge-Hartmann U. (1997): Stärke. In: Keller, Hanus, Heyland: Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Handb. Pfl. Bau. (Ulmer, Stuttgart), 1: 520–526.
- Mung L., Rexen F., Haastrup L. (1988): Cereal starches within the European Community – Agricultural production, dry and wet milling and potential use in industry. Starch, 40: 81–87.
- Sine (1997): Přehled odrůd obilnin. Brno, ÚKZÚZ.
- Swaaij A. C. van, Timmermann F. (1996): Sustainability of wheat for the starch industry. Neetherlands, Gronigen, NIKO.
- Zwingelberg H., Lindhauer M. G. (1996): Weizensorten für die Stärkeherstellung. Getreide Mehl u. Brot, 50: 303–306.

Došlo 20. 8. 1998

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jiří Petr, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 25 46, fax: 02/24 38 25 35

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 12 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlépí se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor použije v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) musí přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selective reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 12 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

OBSAH

Kopeč M., Mazur K.: Vliv hnojení a vápnění na minerální složení lučního porostu.....	101
Kvítek T.: Vývoj koncentrací dusičnanů a analýza stability zemědělských povodí vodárenské nádrže Švihov	107
Fídl J.: Funkce odvodnění trubkovou drenáží v období povodňových situací.....	113
Vrzal J., Fogl J., Veselá M., Fuksa P.: Dynamika růstu kukuřice před sklizní.....	121
Gregorová H.: Kvalita nadzemní biomasy láskavca (<i>Amaranthus mantegazzianus</i> L.) po ozimné medziodině tritikale.....	125
Prokinová E.: Nekrózy obilí ječmene, klíčivost a mikromycety izolované z obilí.....	133

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ

Petr J., Novotná D., Capouchová I., Faměra O.: Obsah škrobu v znu vybraných odrůd ozimé pšenice	145
---	-----

PLANT PRODUCTION

CONTENTS

Kopeč M., Mazur K.: The effect of fertilization and liming on the element composition in meadow sward (in English)	101
Kvítek T.: Development of nitrate concentrations and analysis of stability of agricultural water basins of storage reservoir Švihov	107
Fídl J.: The function of drainage by pipe drainage in the period of flood situations	113
Vrzal J., Fogl J., Veselá M., Fuksa P.: Dynamics of maize growth before harvest.....	121
Gregorová H.: Quality of above-ground biomass of amaranth (<i>Amaranthus mantegazzianus</i> L.) after winter intercrop triticale	125
Prokinová E.: Necrosis of barley grains, the germination and fungi isolated from grains.....	133

INFORMATION – STUDY – REPORT

Petr J., Novotná D., Capouchová I., Faměra O.: Starch content in grain of selected winter wheat varieties	145
---	-----